Handbuch

der

Naturgeschichte

zur

Einführung in das zusammenhängende Verständniß

der

Anthropologie, Zoologie, Botanik, Mineralogie, Anatomie, Physiologie, Entwicklungsgeschichte, Paläontologie und Geologie.

Ein Lehr- und Lesebuch für Schule und Haus

von

Dr. G. H. Otto Volger,
d. Z. Lehrer der Naturgeschichte an der Hochschule in Zürich.

Mit mehr als 2200 eingedruckten Holzschnitten.

Stuttgart:
Rieger'sche Verlagsbuchhandlung.
1855.

Vorwort.

In diesem, sowohl zum Gebrauche auf öffentlichen Lehranstalten, als zum Selbstunterrichte, bestimmten Werke beabsichtigte der Verfasser die Naturgeschichte als eine zur Disciplin des Geistes geeignete Schule zu bearbeiten. Einem solchen Zwecke gemäß hat die Systematik nur als das Mittel zur Anordnung und zugleich als Ausdruck unserer gegenwärtigen Kenntnisse Anwendung gefunden, während die im Werden, Sein und Vergehen ihren ewigen Vervollkommnungsgang durchlaufende Körperwelt den Inhalt des Werkes bildet. Die dreifachen Sprossenleiter der erschaffenen Wesen: ihre Aufeinanderfolge in den geologischen Zeiträumen, ihre Abstufung im Kreise der jetzigen Mitwelt des Menschen und der Gang ihrer individuellen Entwicklung, ist in ihrem innigen Zusammenhange dargestellt. Indem zugleich die Gesetze der äußern Mannigfaltigkeit und der innern Einheit dem Verständnisse nahe gelegt wurden, sollte die Erfüllung der letzten Aufgabe aller Wissenschaft, die Anbahnung des Weges zur höchsten Erkenntniß, erstrebt werden. In der Form befliß sich der Verfasser möglichster Popularität, aber nicht einer solchen, welche zur Unwissenschaftlichkeit verflächt, sondern derjenigen, welche den Uneingeweihten das weite Feld und die Fruchtbarkeit der Wissenschaft ahnen läßt und ihn zu eigenem Trachten nach den Reichthümern derselben ermuntert. Da stets von dem Gesichtspunkte des Menschen ausgegangen ist, so sollten auch die dem Kreise des menschlichen Lebens zunächst liegenden, sowie die das materielle Interesse berührenden Gegenstände vorzugsweise hervorgehoben und im Lichte einer rationellen Anschauung erklärt werden.

Dem gegenwärtigen Standpunkte der Naturgeschichte zufolge hat die vergleichende Anatomie, Physiologie und Entwicklungsgeschichte der Thiere und Pflanzen vorzügliche Berücksichtigung gefunden, jedoch mit einer didaktisch zweckmäßigen Vertheilung des Stoffes, welche der Beurtheiler erst nach Vollendung des ganzen Werkes zu überblicken im Stande sein wird. Wurde hiedurch einerseits die zur Erleichterung der Auffassung so wichtige stete Anknüpfung an

bestimmte Gegenstände und ein allmähliges Vorschreiten zu tieferer Einsicht und reiferem Verständnisse ermöglicht, so konnte dadurch auch andererseits die Berücksichtigung gewisser Seiten des thierischen Organismus, ohne dem Verständigern Unklarheiten zurück zu lassen, bis zu solchen Gelegenheiten verschoben werden, welche das nähere Eingehen auf dieselben vom pädagogischen Standpunkte aus erlaubten. Ein systematisches Register wird am Ende des Ganzen die jeden einzelnen Zweig der Wissenschaft betreffenden Materien zusammenordnen und dadurch zu einer sehr vielseitigen Benutzung anleiten.

Demjenigen, welcher sich selber oder Andere mit Hülfe dieses Buches zu unterrichten wünscht, dürfte es nicht unlieb sein, die Meinungen des Verfassers zu diesem Zwecke zu kennen. Zum Selbstunterrichte, dessen nur der ausgebildetere Verstand fähig ist, durchgehe man das Ganze, wie es vorliegt, und suche dabei die erwähnten Gegenstände in der Natur selber zu sehen. Die zur Erläuterung gewählten Beispiele sind größtentheils überall leicht zugänglich. Der Leser anatomire, experimentire und beobachte, und strebe das Alltäglichste, weil es das Wichtigste ist, zunächst kennen zu lernen. — Der Lehrer soll sich beim Unterrichte ja nicht mit der Hinweisung auf die eingedruckten Abbildungen begnügen. Naturalien, Präparate, wo immer möglich mit den Schülern gesammelt und vor ihren Augen angefertigt, bilden die Grundlage des Unterrichts, welche nie durch Bilder ersetzt werden kann. Wo sie mangeln, da sollten wenigstens immer die ausgezeichnetsten bildlichen Darstellungen zur Hülfe genommen werden. Die Illustrationen im Texte dienen dem Schüler zu einsichtiger Wiederholung und mögen, in vergrößertem Maßstabe oder vermittelst einfacher Durchzeichnung zu copiren und mit eingeschriebenen Erklärungen zu versehen, als nützliche Hülfsarbeiten aufgegeben werden. Wichtig ist es auch, daß der Lehrer selbst im Unterrichte die Figuren mit der Kreide an die Tafel zeichne; ein im Entstehen beobachtetes Bild allein wird vom Schüler vollkommen verstanden. Endlich soll man beim Schulunterrichte keineswegs mit der ersten Seite des Buches beginnen, sondern man wähle je nach dem Standpunkte der Schüler, nach der Jahreszeit und der zufälligen Gelegenheit einen Abschnitt, oder die den Ideen oder dem Stoffe nach zusammengehörigen Theile verschiedener Abschnitte heraus und verfahre damit bald beschreibend, bald vergleichend.

In Betreff des vorausgesandten Abschnittes der Geologie möge bemerkt sein, daß derselbe nur eine vorläufige Uebersicht, zum Verständnisse der folgenden Abschnitte gewähren soll, während der Mineralogie die Darstellung der wichtigsten anorganologischen Prozesse, sowie der Zoologie und Botanik die nähere Erörterung der paläontologischen Ergebnisse vorbehalten bleibt.

Der Verfasser hält sich verpflichtet, dankbar die Verdienste der Verlagshandlung zu erwähnen, welche ihm nicht allein die unbeschränkte Benutzung der xylographischen Typen mehrer im gleichen Verlage erschienenen Werke gestattete, sondern auch seine eigenen sehr zahlreichen Zeichnungen mit solcher Sorgfalt ausführen ließ, daß dieselben dem Buche die werthvollste Bereicherung und die schönste Zierde gewähren. Der Preis bei einer solchen Ausstattung ist gewiß beispiellos billig. Doch wird es nicht an Solchen fehlen, die da meinen, ein Buch von dem Umfange und Preise des vorliegenden sei nicht als ein Schulbuch einführbar. Schon vor langer Zeit, als man noch ungleich geringere Anforderungen an den Schulunterricht machte, durften dem Schüler dickbändige lateinische und griechische Wörterbücher nicht fehlen, deren Preis das Doppelte und Dreifache dieses Buches erreichte. Da nun dieses Werk insbesondere auch die Absicht hat, zu einer zweckmäßigen Disciplin des Geistes für Diejenigen zu dienen, welche der Disciplin durch die klassischen Studien nicht theilhaftig werden, so sollte vielleicht obiges Bedenken auch hier beseitigt werden können. Jedenfalls wäre es recht erfreulich, wenn das Unterrichtsbuch dem Schüler auch nach absolvirter Schule noch theuer bleiben und nicht am Tage des Abgangs, wie das ein Jeder kennt, gleichgültig verschleudert werden würde.

Wohlgesinnte Beurtheiler werden den Verfasser auf die Mängel seiner Arbeit aufmerksam machen und dadurch zu hohem Danke verpflichten.

Geschrieben im Kloster Muri im eidgenössischen
Kanton Aargau, den 5. April 1851.

Schlußwort.

Männer von Fach wissen, wie schwierig es in der jetzigen Zeit ist, auch nur in einem der drei Reiche der Natur allseitig sich auf der Höhe der Wissenschaft zu erhalten. Eine umfassende Bearbeitung des Ganzen der Naturgeschichte ist daher eine Aufgabe, an welche sich immer seltener ein Einzelner wagen mag, und Diejenigen, welche sie am besten lösen könnten, halten dieselbe leider nur zu sehr für eine undankbare und folgen dem intensiveren Reize selbstständiger Specialforschungen. In Hinsicht auf die Schwierigkeit wäre auch ich einem solchen Unternehmen fern geblieben, wenn nicht einestheils die Ueberzeugung mich angetrieben hätte, daß bei allen nothwendig sich ergebenden Mängeln eine derartige Bearbeitung in einem Sinne und Geiste ihre eigenthümlichen Vorzüge hat, und wenn ich nicht anderntheils durch den besondern Gang meiner Studien und meiner Laufbahn, meiner Lehr- und Wanderjahre, in denen ich noch stehe, auf dieses Unternehmen hingeführt worden wäre. Das Studium der Geologie erfordert schon für sich eine Beschäftigung mit den verschiedensten Gebieten der Naturwissenschaften, und während ich als Docent an der Hochschule zu Göttingen thätig war, boten sich mir stets ausgedehnte Gelegenheiten zu allen Hülfsstudien. Zur Politik weniger Beruf empfindend, als unwillkommene Gelegenheit vor mir sehend, rettete ich, zeitig genug entschlossen, meine jugendliche Leidenschaftlichkeit durch ein freiwilliges Exil und konnte, während im großen Heimathlande ein stilles Studium mir nicht vergönnt gewesen wäre, am Fuße der Alpen dem Schulunterrichte an einer reorganisirten Klosterschule gewidmet, den Gelehrtendünkel verlernen und mich üben in der faßlichen Mittheilung der Blüthen und Früchte der Wissenschaft an das Verständniß jugendlicher Gemüther. Der Plan zu vorliegendem Werke entsprang aus jener Thätigkeit. Die Ausführung begann unter mancherlei Ungunst der Verhältnisse. Ein günstigeres Schicksal führte mich, als schon das erste Heft publicirt wurde, hieher, wo im Schoße der schönsten Natur des Schweizers reiche Industrie ihr Interesse und ihren Luxus sucht in der Liebhaberei der Intelligenz. Der hiesigen Kantonsschule, und zwar sowohl dem oberen Gymnasium, als dem Polytechnikum, und gleichzeitig der Hochschule meine Lehrthätigkeit widmend, konnte ich die neugesammelten Erfahrungen nicht minder, als die reichen Hülfsmittel

meiner jetzigen Stellung in vielfacher Weise für das begonnene Werk fruchtbringend machen.

Ich will nicht selber die vielen, vielen Mängel, welche ich in der Arbeit selbst erkennen lernte und nicht immer mehr zu verbessern im Stande war, aufzählen und zu beschönigen suchen — mögen wohlwollende Beurtheiler, ich wiederhole diese Bitte des Vorwortes, dazu beitragen, daß ich meine Arbeit einst in geläutertem Gusse und in vervollkommneter Form ihrem Urtheile von Neuem darbieten könne. Nur in Bezug auf die gedrängtere Behandlung der Anorganologie, welche von Seiten eines Geologen zunächst auffallend gefunden werden könnte, sei hingewiesen theils auf die augenblickliche Periode lebhafter Entwicklung dieser Wissenschaft, in welcher ein weiteres Ergeben in wankenden Dogmen weder räthlich noch nützlich erscheinen konnte, theils auf des Verfassers Beruf, dieses Feld in andern Sphären anbauen zu helfen.

Viele meiner Schüler haben einzig aus innerer eigener Aufforderung dieses Buch zu ihren Privatstudien angeschafft. Es wird nicht leicht eine Schule geben, in welcher schon jetzt der naturgeschichtliche Unterricht so begünstigt ist, daß ein Lehrbuch, wie das vorliegende, als obligatorisches Lehrmittel angenommen werden sollte. Um so mehr hoffe ich daher werde ein Leitfaden willkommen sein, welcher in Methode und Form sich demselben anschließt und zu welchem für den Lehrer, welcher selber nur ungenügende Fachstudien machen konnte, dieses Lehrbuch als Commentar dienen mag. Ein solcher Leitfaden wird binnen Kurzem erscheinen.

Geschrieben zu Zürich den 16. Juni 1852.

Einleitung.

Die geschaffene Natur ist ein Räthsel — die Auflösung dieses Räthsels heißt: der Schöpfer. So lange Du auf Erden weilst, wirst Du, geschaffener Mensch, nie dieses Räthsels Lösung vor Dir schauen. Doch eine Ahnung nur, ein Strahl des Lichts aus der verborgnen Quelle alles Lebens, ist Deiner Forschung werth – nie forschest Du vergebens.

Nichts ist mehr geeignet, auch den geistig Aermsten zu erheben und mit dem Bewußtsein einer überall waltenden und, wie durch eine innere Nothwendigkeit der Natur, nie fehlenden Vorsehung zu erfüllen, als die Betrachtung der wundervollen Uebereinstimmung aller Kräfte, Einrichtungen und Erscheinungen in der Bildung unseres Erdbodens, wie im mannigfaltigen Leben und Ineinanderweben der Menschen und Thiere, welche denselben bewohnen, der Pflanzen, welche grünend ihm entsprießen, und der Mineralien, welche aus ihm und in ihm werden und wirken. Aus diesem religiösen Grunde müssen wir die Wissenschaft lieben, welche zur Kenntniß der Natur uns hinführt. Aber auch von materiellem Nutzen ist dem Menschen die Bekanntschaft mit der Natur des Erdbodens, dessen er bedarf zu seinem Ackerbau; der Mineralien, aus denen, oder mit deren Hülfe er seine Lebensbedürfnisse so großen Theiles gewinnt; der Pflanzen, die ihm Nahrung und Kleidung, Freuden und Heilmittel darbieten, aber auch Schaden und Verderben drohen; der Thiere, welche auf der Erde seine Genossen, ja auch die Mitgenossen seiner eigenen körperlichen Natur sind.

Wir betrachten die **Naturgeschichte**, d. h. die Wissenschaft von der Natur der körperlichen Dinge auf der Erde, in fünf Abschnitten.

Der erste Abschnitt behandelt die Naturgeschichte der Erde selbst oder die Geologie.

Der zweite Abschnitt enthält die Naturgeschichte des Menschen oder die Anthropologie.

Der dritte Abschnitt umfaßt die Naturgeschichte der Thiere oder die Zoologie.

Der vierte Abschnitt begreift die Naturgeschichte der Pflanzen oder die Botanologie (Botanik).

Der fünfte Abschnitt beschreibt die Naturgeschichte der Steine oder die Mineralogie.

Erster Abschnitt.

Die Naturgeschichte der Erde

oder

Geologie.

Uranfang aller Dinge.

Die erste und letzte Frage, deren Beantwortung wir durch die Erforschung der Natur zu erlangen hoffen, ist die Frage nach dem Ursprunge aller Dinge. Es gibt keine andere Antwort auf dieselbe, als nur die eine: Gott hat die Welt erschaffen.

Und Gott schafft noch immer. Jeder neu aufglimmende Stern am Firmamente, der eine Welt ist, wie unsere Erde; jede neue Insel, welche sich bildet im Meere; jedes Körnchen Steines, welches aus den Tropfen eines Quelles sich abscheidet; jeder Halm und jedes Laub, der bewußtlose Wurm im Staube und die stets sich mehrende Menge denkender Menschen — dieses Alles sind täglich neue Schöpfungen des ewig in der Natur waltenden Geistes, den wir Menschen nie ganz erkennen, dessen Wesen wir nur ahnen, Jeder nach seiner Religion, Jeder nach dem Grade seiner Geistesfähigkeit.

Die Natur, welche uns Gottes fortwährendes Wirken in der erschaffenen Welt offenbart, nähert uns der höchsten Erkenntniß. Aber nicht dem Gedankenlosen öffnet sie Quellen der Weisheit, nicht Dem, welcher sich begnügt, das Geschaffene als unerfaßbares Wunder anzustaunen, sondern nur dem Forscher und Denker, welcher unermüdlich die Kräfte des von der Natur ihm verliehenen Verstandes gebraucht, um in der Schöpfung nach den Plänen des Schöpfers zu suchen und die Mittel, durch welche der Schöpfer seine Pläne verwirklicht, zu ergründen. Dem Forscher, dem Denker wird Vieles begreiflich, was Tausende für unbegreiflich halten; des Menschen Geist soll nie zaghaft stehen bleiben. Ein Jeder strebe nach Erkenntniß.

Die unendliche Mannigfaltigkeit der Schöpfungswerke vereinfacht sich, wenn wir denkend die Natur durchforschen, vor unsern Augen. Wir erkennen zahlreiche Erscheinungen, welche auf den äußeren Anblick die größte Verschiedenheit zeigen,

als Wirkungen gemeinsamer Ursachen, und wir nennen diese Ursachen, deren Wesen uns unergründlich bleibt, **Naturkräfte**. Wir entdecken, daß eben so zahlreiche und verschiedenartige Erscheinungen auf gleichartigen und gemeinsamen Wegen hervorgerufen sind, und wir nennen diese Wege, deren die Naturkräfte sich bedienen, Naturgesetze.

Woher die körperlichen Dinge genommen sind, aus welchen die Welt gebildet ist mit Allem, was sie enthält, und das „Nichts", welches war, ehe die Welt geworden ist, das begreift kein menschlicher Gedanke.

Die Erde ist ein Stern unter den Sternen. Das Fernrohr der Naturforscher beobachtet Sterne im Werden. Leuchtender Nebel, Weltenstaub ballt im Weltenraume sich zu einer Kugel; das Schwere sucht den Mittelpunkt, das Leichtere schließt sich äußerlich an. Vermuthlich bildete sich einst die Erdkugel auf ähnliche Weise.

Die Urstoffe, aus welchen die Erde besteht, mit allem Starren und Beweglichen, was in ihr enthalten ist und was äußerlich sie umgibt, sind in fester Zahl und in fester Menge unveränderlich, seitdem die Erde geschaffen ist. Es entstehen deren keine neue und keiner derselben mehrt sich. Es scheiden sich nur die alten Mischungen, und die geschiedenen Bestandtheile mischen sich wiederum, und es nimmt das Alte neue und stets sich erneuernde Gestalten an.

Wir wissen nicht und lernen vielleicht nie, wie die Urstoffe geworden sind. Aber wir sehen, wie heutigen Tages die alten Mischungen sich scheiden und wie die Bestandtheile sich in stetem Wechsel wiederum mischen; wir sehen, wie die alten Formen vergehen und wie sie sich erneuern, und wir dürfen vermuthen, daß ein ähnlicher Wechsel schon lange stattfand, und daß die alten Mischungen und Formen in ähnlicher Weise sich bildeten, wie die neuen Mischungen und Formen unter unsern Augen sich bilden. Alle Vermuthungen und Behauptungen über Dinge, welche kein Mensch sah und erlebte, können nur thörig sein, sobald dieselben sich auf Voraussetzungen gründen, für welche unter dem, was Menschen sahen und erlebten, nie ähnliche Beispiele sich fanden.

Stofflehre. (Chemie.)

Fast alle Gegenstände, welche uns umgeben, der Erdboden, das Gewässer, die Luft, die Thiere und die Pflanzen sind wahrscheinlich entstanden durch Vereinigungen ungleichartiger Stoffe. Die Chemie oder Stofflehre (auch Scheidekunst genannt) lehrt uns, diese Vereinigungen aufzulösen und die Stoffe zu erkennen, aus welchen dieselben bestehen. Manche Gegenstände vermögen wir nicht in Ungleichartiges zu zerlegen, und dasselbe war früher mit vielen andern Gegenständen der Fall, welche wir heutigen Tages zu zerlegen wissen. Vielleicht wird es daher noch bei mehren möglich werden, wenn unsere Wissenschaft sich vervollkommnet. Einstweilen hält man alle diejenigen Stoffe (seien es nun solche, welche man unmittelbar in der Natur vorfindet, oder solche, welche man durch Zerlegung irgend welcher Gegenstände fand), welche man nicht weiter in ungleichartige Stoffe zu zerlegen im Stande ist, für **einfache Grundstoffe** oder

Elementarstoffe. Von diesen sind mehre ihrer großen Seltenheit wegen unbedeutend, und manche werden vermuthlich einst als Mischungen anderer Grundstoffe erkannt werden. Diejenigen sogenannten Grundstoffe sind mit der größten Wahrscheinlichkeit wirklich für solche zu halten, welche in der größten Menge und in den verschiedenartigsten Gegenden gefunden werden. Doch gibt es vielleicht nur einen Grundstoff aller Grundstoffe. — Die zahllose Menge der thierischen und pflanzlichen Körper, mit ihren unendlichen Mannigfaltigkeiten von Säften und festen Substanzen, besteht nur aus ein und denselben wenigen Grundstoffen. Die endlose Abwechslung der Mengenverhältnisse und der Mischungsweisen, in welchen dieselben zusammengemischt sind, ist die einzige Ursache der endlosen Verschiedenheiten. Es ist nicht anders bei den luftförmigen, den flüssigen, den starren Theilen der Erde, und die Grundstoffe des Thierreiches und des Pflanzenreiches sind selber unter denjenigen, aus deren Mischung die Luft, das Wasser und der Erdboden, mit allen ihren mannigfaltigen Bestandtheilen gebildet sind. Gegenwärtig muß man in Allem noch über sechzig Stoffe zu den unzerlegbaren Grundstoffen rechnen. Für die allgemeinere Naturkunde ist uns zunächst die Kenntniß von folgenden nothwendig:

Hydrogenium oder wasserbildender Stoff, auch Wasserstoff genannt;
Nitrogenium oder salpeterbildender Stoff, auch Stickstoff oder Azot genannt;
Oxygenium oder säurebildender Stoff, auch Sauerstoff oder Lebensluft genannt;
Carbonium oder Kohlenstoff;
Chlor, Schwefel und Phosphor;
Kalium und Natrium;
Calcium und Magnesium;
Silicium und Aluminium;
Eisen, Kupfer und alle übrigen Metalle.

Dreifacher Zustand der Stoffe. — Jeder feste Stoff läßt sich durch einen gewissen Grad von Wärme flüssig machen (schmelzen) und durch noch höhere Wärme in Dunst (Dampf oder Gas) verwandeln, wobei derselbe sich außerordentlich auszudehnen pflegt. Aber der hiezu erforderliche Grad der Wärme ist bei den verschiedenen Stoffen sehr verschieden. Während es einer sehr hohen Hitze bedarf, um Eisen und Kupfer zu schmelzen, gelingt dieses beim Blei schon durch eine weit geringere Hitze. Das Quecksilber ist bekanntlich schon bei der gewöhnlichen Luftwärme flüssig und verdunstet im Sonnenscheine sehr leicht. Ja, das Hydrogenium, das Nitrogenium und das Oxygenium sind bei der gewöhnlichen Luftwärme stets Gase oder Luftarten — es sind diese letzteren Stoffe in Wirklichkeit eben das, was wir gewöhnlich mit dem Namen Luft zu benennen pflegen. Einige andere Stoffe dagegen bedürfen zu ihrer Schmelzung eines so hohen Wärmegrades, daß wir gar nicht oder kaum im Stande sind, dieselben zu schmelzen, und noch vor kurzer Zeit, ehe man gelernt hatte, vermittelst der elektrischen Kraft eine stärkere Hitze zu erzeugen, als diejenige ist, welche man vermittelst Brennmaterialien hervorzubringen vermag, mußte man mehre Stoffe für ganz unschmelzbar halten, sowie wir noch heutigen Tages nicht im Stande sind, die zu ihrer Verdunstung nöthige Hitze hervorzurufen. Uebrigens werden manche unschmelz=

bare oder schwer schmelzbare Stoffe leichter schmelzbar, oder schon bei gewöhnlicher Luftwärme flüssig, und selbst luft- oder gasartig, wenn dieselben sich mit andern Grundstoffen durch Mischung vereinigen. So bildet sich aus der Vereinigung des unschmelzbaren Carboniums mit Oxygenium die luftartige Kohlensäure. — Jeder dunstförmige oder luftförmige Stoff läßt sich durch Abkühlung flüssig und durch einen höheren Grad der Abkühlung starr machen, wobei derselbe sich bedeutend zusammenzuziehen pflegt. Alle bei der gewöhnlichen Luftwärme starren oder flüssigen Stoffe nehmen, wenn sie durch Wärme geschmolzen und dunstförmig gemacht sind, durch bloße Abkühlung wieder ihren früheren flüssigen oder starren Zustand an. Bei starker Kälte wird das Quecksilber starr und schmiedbar, wie die gewöhnlichen Metalle. Das gewöhnlich luftartige Chlor wird bei einem noch höheren Kältegrade flüssig. Doch sind wir nicht im Stande, einen so hohen Grad von Kälte hervorzubringen, als erforderlich wäre, um das flüssige Chlor starr werden zu lassen. Eben so wenig kennen wir einen Kältegrad, welcher im Stande wäre, das Hydrogenium, das Nitrogenium und das Oxygenium flüssig zu machen. Dagegen werden diese Stoffe flüssig oder starr, sobald dieselben sich unter einander oder mit anderen Grundstoffen durch Mischung vereinigen. So bilden Hydrogenium und Oxygenium vereinigt das Wasser, welches bereits bei geringerer Kälte zu starrem Eise wird.

Mischungen. — Wenn zwei Grundstoffe sich durch Mischung vereinigen, so entsteht hieraus ein ganz neuer Stoff, welcher durchaus weder die Eigenschaften des einen, noch die des andern Grundstoffes besitzt. So bilden Schwefel und Quecksilber, wenn man dieselben zusammen erhitzt, die bekannte rothe Malerfarbe, welche man Zinnober nennt.

Von zwei Grundstoffen vereinigen sich durch Mischung keineswegs beliebige Mengen zu einem neuen Stoffe, sondern stets ganz bestimmte verhältnißmäßige Mengen. So vereinigen sich stets nur 89 Maßtheile Quecksilbers mit 100 Maßtheilen Schwefels zum Zinnober. Bringt man also 100 Maßtheile Schwefels mit 100 Maßtheilen Quecksilbers zusammen, so bildet sich eben so viel Zinnober, als ob man nur 89 Maßtheile Schwefels genommen hätte, und 11 Maßtheile Schwefels bleiben unverändert dem Zinnober beigemengt.

Unter den Maß- und Gewichtsverhältnissen, in welchen sich die Grundstoffe mit einander vereinigen, ist ein allgemeiner Zusammenhang. Wenn ein Grundstoff A sich in einer bestimmten Menge mit einer bestimmten Menge des Grundstoffes B und mit einer andern bestimmten Menge des Grundstoffes C zu vereinigen vermag, so können auch B und C in den gleichen Mengenverhältnissen, in denen sie sich mit A vereinigten, sich unter einander vereinigen.

Manche Grundstoffe können sich unter einander in mehren, aber stets nur in wenigen und sehr einfachen Mengenverhältnissen vereinigen; jedes Verhältniß bildet dann aber einen besondern und ganz eigenthümlichen Stoff. So bildet das Carbonium oder der Kohlenstoff, zu etwa 76 Gewichtstheilen mit 100 Gewichtstheilen des luftförmigen Oxygeniums oder Sauerstoffes verbunden, die luftförmige Kohlensäure, welche z. B. entsteht, wenn man Kohlen verbrennt. Wenn sich dagegen etwa 51 Gewichtstheile Carboniums mit 100 Gewichtstheilen Oxygeniums vereinigen, wie man dies künstlich bewirken kann und wie es von

Natur in der Sauerkleepflanze (Oxalis) geschieht, so entsteht die, von der Kohlensäure gänzlich verschiedene, Sauerkleesäure oder Oxalsäure.

Obgleich außerordentlich viele nicht einfache Stoffe aus der Vereinigung von zwei Grundstoffen bestehen, so gibt es doch auch viele solche, welche aus der Vereinigung von vier, selten solche, welche aus der Vereinigung von mehr als vier einfachen Grundstoffen bestehen. Immer aber sind solche zahlreichere Verbindungen so zu betrachten, daß die Grundstoffe in denselben paarweise verbunden sind. Man kann auch künstlich solche Verbindungen hervorrufen, indem man zwei Stoffe, welche aus nur zwei Grundstoffen bestehen, mit einander vermischt. Kein Grundstoff wird in mannigfaltigeren Verbindungen mit andern Grundstoffen angetroffen, als das Oxygenium oder der Sauerstoff. Derselbe bildet z. B. mit dem Hydrogenium das Wasser, mit dem Nitrogenium die Salpetersäure (Scheidewasser), mit dem Carbonium die Kohlensäure und die Oxalsäure, mit dem Schwefel und Phosphor die Schwefelsäure und Phosphorsäure, mit dem Calcium die Kalkerde, mit dem Magnesium die Talk- oder Bittererde, mit dem Silicium die Kieselerde, mit dem Aluminium die Thonerde, mit dem Eisen den schwarzen Rost oder Hammerschlag, mit Blei die Mennige (rothe Malerfarbe) u. s. w. Nicht selten verbinden sich zwei Stoffe, in deren jedem, neben einem andern Grundstoffe, Oxygenium enthalten ist. So verbindet sich die aus Carbonium und Oxygenium gebildete Kohlensäure mit der aus Calcium und Oxygenium bestehenden Kalkerde, und man nennt diese Doppelverbindung dann kohlensaure Kalkerde; es bestehen aus derselben die Kalk- und Marmorfelsen. Ebenso verbindet sich auch die aus Schwefel und Oxygenium gebildete Schwefelsäure mit der Kalkerde, und aus dieser Verbindung, welche man schwefelsauren Kalk nennt, besteht der Gyps. Die phosphorsaure Kalkerde macht den steinigen Bestandtheil der Knochen aus und findet sich als Phosphorit oder Apatit unter den Gesteinen der Erde. Ein anderes Beispiel einer solchen doppelten Verbindung ist der Thon, welcher aus Kieselerde und Thonerde besteht, deren Natur oben erwähnt ist.

Verbindungen, welche nur aus zwei Grundstoffen bestehen (Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kalkerde), nennt man einfache Verbindungen oder Verbindungen ersten Grades; solche dagegen, welche aus zwei Verbindungen ersten Grades bestehen (kohlensaure Kalkerde, schwefelsaure Kalkerde, phosphorsaure Kalkerde), heißen Doppelverbindungen oder Verbindungen zweiten Grades u. s. w.

Grundstoffe. — In der Naturgeschichte des Mineralreiches wird von den meisten Grundstoffen näher die Rede sein. Wir begnügen uns vorderhand mit einigen Angaben über die bereits genannten wichtigsten derselben.

1. Hydrogenium.

Der Name Hydrogenium bedeutet (griechisch von ὑδωρ, Wasser, und γενναω, bilden) „wasserbildender" Stoff, und man nennt denselben auch Wasserstoff, weil derselbe ein Hauptbestandtheil (11 Procent des Gewichtes) des Wassers ist. In letzterer Flüssigkeit ist der Wasserstoff mit Oxygenium verbunden. Theils vermittelst Elektricität, durch welche das Wasser sich in seine beiden Bestandtheile zerlegen läßt, theils vermittelst Glühung von Wasser mit Eisenpulver, welches sich

auf Kosten des im Wasser enthaltenen Oxygeniums in schwarzen Rost verwandelt und den Wasserstoff allein zurückläßt, theils durch Auflösung von Zinkmetall in wässeriger Schwefelsäure, wobei das Zinkmetall sich mit dem Oxygenium des Wassers verbindet, um sodann sich mit der Schwefelsäure zu Zinkvitriol (schwefelsaurem Zinkoxyde) zu vereinigen, und wobei also das Hydrogenium des Wassers ausgeschieden wird, kann man diesen Grundstoff gewinnen. Für sich kennen wir denselben nur in luftförmigem Zustande, oder, wie man kürzer zu sagen pflegt, als ein Gas. Als solches ist das Hydrogenium der leichteste Stoff, welchen es gibt, nämlich noch 14½mal so leicht als die gewöhnliche atmosphärische Luft, weßhalb man denselben auch benützt, um Luftballons zu füllen, welche durch ihre Leichtigkeit in die Höhe gehoben werden. Mit Hülfe von Wärme, z. B. durch eine Lichtflamme, kann man das Hydrogenium veranlassen, sich mit dem Oxygenium, welches in der Luft genug vorhanden ist, zu verbinden, wobei eine schwach leuchtende, aber außerordentlich heiße Flamme entsteht und dunst- oder gasförmiges Wasser gebildet wird, welches durch Abkühlung in den gewöhnlichen flüssigen Zustand des Wassers übergeht. — Auch von allen Bestandtheilen der Thiere und der Pflanzen ist das Hydrogenium einer der hauptsächlichsten.

2. Nitrogenium.

Das Nitrogenium (griechisch von *νιτρον*, Salpeter, und *γενναω*, bilden) oder der „salpeterbildende" Stoff ist der hauptsächlichste Bestandtheil der gewöhnlichen atmosphärischen Luft, von welcher derselbe auf 100 Maßtheile deren 79 zu betragen pflegt. Doch ist er nicht der Stoff, welcher durch das Athmen das Leben der Thiere erhält, sondern vielmehr würden in reinem Nitrogenium alle Thiere ersticken, weßhalb man denselben auch wohl Stickstoff oder Azot (griechisch von *ἀ*, ohne, und *ζαω*, leben) nennt. Nichts desto weniger ist das Nitrogenium für das Leben der Thiere und Pflanzen sehr nothwendig, da dasselbe einen Hauptbestandtheil fast aller thierischen und vieler pflanzlichen Stoffe bildet. Dasselbe ist vor andern gasförmigen Grundstoffen, von welchen es durch den Anblick nicht unterschieden werden kann, leicht daran zu erkennen, daß es weder wie das Hydrogenium entzündbar ist, noch auch wie das Oxygenium zur Verbrennung anderer Stoffe sich eignet. Da in reiner Luft, außer dem Nitrogenium, nur noch Oxygenium enthalten ist, so darf man letzteres nur entfernen, um reines Nitrogenium zurückzubehalten. Zu diesem Zwecke stellt man eine nur Luft enthaltende Glasglocke mit ihrem unteren Rande in Wasser und läßt in einem auf dem Wasser schwimmenden Gefäßchen Phosphor verbrennen, wobei letzterer das Oxygenium mit sich verbindet und zu Phosphorsäure wird. Sobald hiedurch das, in der Luft unter der Glasglocke befindliche, Oxygenium verbraucht ist, hört die Verbrennung von selber auf. Das Nitrogenium ist fast 5mal so schwer als das Hydrogenium, aber immerhin noch bedeutend leichter als das Oxygenium. — Der wichtigste Stoff, welchen es bildet, ist das Ammoniak, in welchem dasselbe mit einem dreifachen Maße von Hydrogenium vereinigt ist. Das Ammoniak erzeugt sich in großer Menge in den Abgängen der Thiere, und es ist die Ursache des heftigen, stechenden Geruches, welcher sich auf Miststätten (Abtritten) zu entwickeln pflegt. Dasselbe wird im Acker-

boden durch das Regenwasser aus dem Dünger aufgelöst, von welchem es einer der wichtigsten und nutzreichsten Bestandtheile ist. Denn ohne Nitrogenium könnten unsere Getreide keine Körner hervorbringen, und das Ammoniak ist für dieselben die einzige Quelle, aus welcher sie es entnehmen.

3. Oxygenium.

Das Oxygenium (griechisch von ὀξυς, sauer, und γενναω, bilden), der „säurebildende" oder Sauerstoff, ist der wichtigste und in den zahlreichsten gasförmigen, flüssigen und starren Stoffen enthaltene Grundstoff. Für sich ist derselbe ein Gas, etwas schwerer als Nitrogenium, und beträgt von 100 Maßtheilen reiner atmosphärischer Luft 21 Maßtheile. Kein Thier würde ohne denselben athmen können, und da die Athmung das Leben unterhält, so hat man das Oxygenium auch Lebensluft genannt. Dasselbe verbindet sich mit allen andern Grundstoffen. Man nennt die Aufnahme von Oxygenium in eine solche Verbindung die Oxydation des Grundstoffes, diesen selbst die Grundlage oder Basis, und den daraus entstehenden Stoff das Oxyd oder die Säure desselben. Solche Stoffe sind bald starre, bald flüssige, bald gasförmige. Die Kieselerde, aus welcher der Quarz, der Bergkrystall und manche andere Mineralien bestehen, ist ein Oxyd oder eine Säure des Siliciums; die Schwefelsäure oder das „Vitriolöl" ist ein Oxyd oder eine Säure des Schwefels; das Wasser ist ein Oxyd oder eine Säure des Hydrogeniums; die Kohlensäure ist ein Oxyd oder eine Säure des Carboniums. Letztere gasförmige Verbindung ist das unsichtbare Haupterzeugniß der Verbrennung von Holz, Kohle, Oel und andern Brennmaterialien, und die Verbrennung selbst ist eben nur die vorgehende Vereinigung des, in jenen Materialien enthaltenen, Carboniums mit dem Oxygenium (theilweise auch des, ebenfalls darin enthaltenen und mit dem Carbonium verbundenen, Hydrogeniums mit dem gleichen Grundstoffe), wobei sich auf eine, uns übrigens noch unbekannte Weise Licht und Wärme erzeugen. Die meisten Oxydationen gehen nur langsam und allmählig, und ohne merkbare Licht- und Wärmeerzeugung vor sich, wie z. B. die Oxydation des Eisens und anderer Metalle, welche der gewöhnlichen Luft ausgesetzt sind. In reiner Oxygeniumluft dagegen verbrennt auch Eisen mit rascher Heftigkeit und mit hellem Lichtglanze. — Auch die Wärme in unserem Körper und in dem der Thiere, ist eine Folge einer, in der Lunge vor sich gehenden, Vereinigung von Oxygenium, welches wir mit der Luft einathmen, mit Carbonium, welches im Blute enthalten ist, also die Folge einer gewissen langsamen Verbrennung (Oxydation). — Da viele Oxyde bei einem gewissen Wärmegrade sich auflösen, indem das Oxygenium sich von der Basis trennt, so kann man ersteres sich rein verschaffen, indem man z. B. Quecksilberoxyd in einem zweckmäßigen Gefäße erhitzt, wobei Quecksilber zurückbleibt und das Oxygenium als Gas aufgefangen werden kann. — Viele Grundstoffe vereinigen sich andererseits nur unter Beihülfe gewisser Wärmegrade mit Oxygenium (oxydiren), z. B. das Carbonium und das Hydrogenium, und aus diesem Grunde, muß man die Brennmaterialien mit Hülfe von Feuer anzünden. Die dadurch eingeleitete Oxydation oder Verbrennung erzeugt dann selber die zur

Fortdauer derselben nöthige Hitze. Sobald man dagegen durch Einblasen einer genügenden Menge kalter Luft, durch hinzugegossenes Wasser, welches, um sich rasch in Dunst zu verwandeln, die Wärme verbraucht, oder auf irgend eine andere Weise, eine Abkühlung bewirkt, so hört die Verbrennung sogleich auf.

4. Carbonium.

Das Carbonium (lateinisch von carbo, Kohle) oder der Kohlenstoff ist für sich bei allen uns bekannten Wärmegraden ein starrer Stoff. Man kennt denselben theils im reinsten und festesten Zustande als Diamant, welcher der härteste aller bekannten Stoffe und der kostbarste Edelstein ist, und außerdem in einem allgemein bekannten, außerordentlich undichten (porösen) Zustande als Kohle. So verschieden der Diamant und die gemeine Kohle in ihren äußeren Eigenschaften erscheinen, so findet doch keine Verschiedenheit des Stoffes in ihnen statt. — Indem man Eisen unter Kohlenpulver schmilzt, ruft man eine Verbindung des Eisens mit Carbonium hervor, und die Härte des Stahles, welcher eben hiedurch erzeugt wird, beweist, daß der Kohlenstoff dabei in Diamantzustand übergeht. — Da das Carbonium ein Hauptbestandtheil aller Thier- und Pflanzenstoffe ist, so kann man aus allen solchen Kohle gewinnen. Zu diesem Zwecke braucht man dieselben nur, unter Abhaltung der Luft, zu erhitzen, um das, mit dem Carbonium etwa verbunden gewesene, Hydrogenium, Nitrogenium und Oxygenium zu verflüchtigen, wie das die Kohlenbrenner mit dem Holze zu thun pflegen. Glüht man aber carboniumenthaltende Stoffe unter freiem Zutritte der Luft, so verbrennt das Carbonium mit dem Oxygenium der letzteren, und es entsteht Kohlensäure. Das Athmen der Menschen und Thiere, und jede Verbrennung, erzeugt stets eine große Menge von Kohlensäure, zu welcher allmählig alles Oxygenium der Luft verbraucht werden würde, wenn nicht die Pflanzen dieselbe in sich aufnähmen und das Carbonium vom Oxygenium abschieden, indem sie ersteres behalten und letzteres wieder ausdunsten. — Die Kohlensäure ist eine schwere und daher am Erdboden und besonders in Kellern sich ansammelnde Luftart, in welcher jede Flamme verlischt, jedes Thier erstickt, Pflanzen dagegen trefflich gedeihen. Keine Pflanze kann derselben zu ihrem Wachsthume entbehren. In vielen Mineralien, wie z. B. im Kalksteine, ist Kohlensäure in großer Menge und in einem sehr verdichteten Zustande enthalten.

5. Chlor.

Das Chlor (griechisch von χλωρος, grüngelb) ist nach der Farbe genannt, welche dieser Grundstoff zeigt, wenn derselbe für sich dargestellt worden ist, was nur durch die Scheidekunst geschehen kann. In gewöhnlicher Luftwärme ist derselbe stets gasartig und erscheint als ein grüngelber Dunst, welcher, eingeathmet, höchst erstickend wirkt. Bei einem gewissen Kältegrad wird das Chlor aber eine, ebenso gefärbte, Flüssigkeit. Mit fast allen Grundstoffen geht dasselbe Verbindungen ein, zumal mit Metallen, mit dem Hydrogenium aber so begierig, daß es diesen

Grundstoff, mit welchem es den Chlorwasserstoff (im gemeinen Leben Salzsäure genannt) bildet, sogar allen Verbindungen, in denen derselbe sich befindet, zu entreißen vermag. Hiedurch ist das Chlor von großer Wichtigkeit in der Natur für die Thiere und Pflanzen. Es scheint wirklich, daß kein Thier ohne diesen Grundstoff bestehen könne, und während die einen denselben in ihrer Nahrung, ihnen selbst unbewußt, zu sich nehmen, suchen andere denselben aus einem natürlichen Antriebe mit großem Eifer auf. Freilich findet sich das Chlor nie unvermischt für sich; aber das Kochsalz (Steinsalz, Salinensalz, Meersalz), ohne dessen Zuthat der Mensch keine Speise genießen mag, und welches vom Vieh mit der größten Gier gefressen wird, besteht aus einer Verbindung dieses Grundstoffes mit dem Natrium.

6. Schwefel.

Der Schwefel ist ein seit den ältesten Zeiten bekannter und vielfach benützter Grundstoff, welcher in unvermischtem und dabei festem Zustande (gediegen) sich in der Erde in manchen Gegenden in großer Menge findet, besonders unter solchen Verhältnissen, daß man vermuthen kann, derselbe sei aus verwesenden Pflanzen und Thierstoffen ausgeschieden. Alle Pflanzen und Thiere enthalten nämlich desselben eine nicht unbedeutende Quantität in gewissen Stoffen, zumal häufig im Samen und in den Eiern. Sehr viele Metalle finden sich in der Erde fast stets mit Schwefel verbunden (Schwefelmetalle: z. B. Schwefelblei oder Bleiglanz, Schwefelsilber oder Silberglanz, Schwefelzink oder Zinkblende, Schwefeleisen oder Eisenkies). Der Schwefel läßt sich leicht flüssig machen und selbst in Gas verwandeln. Mit Oxygenium vereinigt, bildet er die Schwefelsäure, und diese mit Kalkerde den Gyps, welcher in Wasser auflöslich ist, und aus welchem die Pflanzen großentheils ihren Bedarf an Schwefel ziehen.

7. Phosphor.

Der Phosphor (griechisch von φως, Licht, und φερω, bringen), welcher sich in der Natur nie unvermischt vorfindet, ist ein bekannter erbsengelber, äußerst leicht schmelzbarer und in Gas zu verwandelnder Stoff, welcher bei gewöhnlicher Luftwärme sich stets freiwillig mit Oxygenium vereinigt (verbrennt) und dabei die, als weißer Rauch mit Knoblauchsgeruch aufsteigende, Phosphorsäure entstehen läßt. Bei dieser langsamen Verbrennung leuchtet er schwach, wenigstens im Dunkeln. Er ist ein nicht minder wichtiger Bestandtheil der Thiere und Pflanzen, als der Schwefel, indem er sich theils in den Säften aufgelöst vorfindet, theils aber mit Sauerstoff und Kalkerde zu phosphorsaurer Kalkerde verbunden, den steinigen Bestandtheil der Knochen bildet. Aus Knochen gewinnt man denselben zum Behufe der, auf seiner Leichtentzündlichkeit beruhenden, mannigfaltigen Anwendung zu Feuerzeugen u. s. w., sowie man ihn auch durch die Düngung der Aecker mit Knochenpulver den Pflanzen darbietet. Zu letzterem Zwecke dient auch der Phosphoritstein, welcher in einigen Gegenden vorkommt.

8. Kalium und Natrium.

Kalium und Natrium sind bei gewöhnlicher Luftwärme starre Grundstoffe, welche sich jedoch nie in der Natur unvermischt vorfinden, sondern nur durch

Kunst und mit Schwierigkeit aus Mischungen, in denen sie mit andern Grundstoffen verbunden sind, ausscheiden lassen. Diese beiden Grundstoffe haben außerordentlich viele Aehnlichkeit mit einander; es sind silberweiße Metalle von erstaunlicher Leichtigkeit, nämlich leichter als Wasser, so daß sie auf solchem schwimmen, und von so großer Begier nach Vereinigung mit Oxygenium, daß dieselben bei der Berührung mit Luft sich sogleich oxydiren, wobei sie heftig brennen, mit Licht- und Wärmeentwicklung. Kalium mit Oxygenium verbunden, heißt Kali, Natrium mit Oxygenium verbunden Natron. Diese Oxyde sind in der Natur außerordentlich häufig, mit verschiedenen Säuren, besonders aber mit Kieselsäure (Kieselerde) und mit Thonerde (Aluminiumoxyd) vereinigt. Die Feldspathe, welche einen so großen Theil der festesten Felsen, wie des lockersten Bodens ausmachen, sind Mineralien, welche aus den genannten Mischungen bestehen. — Mit Chlor verbunden, bildet das Natrium das gewöhnliche Kochsalz (Chlornatrium), welchem das Chlorkalium sehr ähnlich ist. — Kalium und Natrium, nebst einigen ähnlichen Grundstoffen, werden gemeiniglich Alkalien genannt.

9. Calcium und Magnesium.

Calcium und Magnesium, welche ebenfalls nur durch Kunst für sich ausgeschieden werden können, sind nicht minder allgemein auf der Erde verbreitete Grundstoffe als die vorigen beiden; ebenfalls silberweiße Metalle, wenig schwerer als Wasser, beide sehr begierig nach der Vereinigung mit Oxygenium, mit welchem das Calcium die Kalkerde (Calciumoxyd), und das Magnesium die Talkerde oder Bittererde (Magnesiumoxyd) bildet. Diese Erden sind sowohl mit Kohlensäure verbunden, als kohlensaure Kalkerde und kohlensaure Talkerde (Magnesia), und mitunter beide zusammen vereinigt zu kohlensaurer Kalktalkerde (Bitterkalk oder Dolomit) in den meisten Gebirgen als gewaltige Felsmassen, und in fast jeder Bodenart als Gemengtheile der Erde anzutreffen, bilden aber auch mit Kieselsäure vermischt nicht minder wichtige Mineralien (Augit, Hornblende u. s. w.). Thiere und Pflanzen nehmen im Wasser und in der Nahrung beide Erden in ziemlicher Menge in sich auf und bedürfen derselben nothwendig zur Entwicklung mancher ihrer Bestandtheile.

10. Silicium und Aluminium.

Auch das Silicium (latein. von silex, Kiesel) und das Aluminium (latein. von alumen, Alaun) sind leichte metallische Grundstoffe, welche sich in der Natur nie anders, als vereinigt mit andern Grundstoffen vorfinden, welche aber in solchen Vereinigungen außerordentlich häufig und wichtig sind. Silicium oder Kieselstoff mit Oxygenium verbunden, ist Kieselerde oder Kieselsäure, und bildet als solche, ganz rein, den Bergkrystall und den Quarz, sowie viele andere Mineralstoffe, in welchen er durch Beimengungen unrein ist, z. B. Feuerstein, Hornstein, Eisenkiesel. — Das Aluminium mit Oxygenium verbunden, ist Thonerde, welche rein für sich ziemlich wenig vorkommt (Korund, Smirgel, Rubin, Saphir), dagegen mit Kieselsäure vereinigt (kieselsaure Thonerde), den gemeinen Thon und eine große Menge der wichtigsten Felsarten der Erde bildet. Kali, Natron, Kalkerde, Talkerde, Kieselerde und Thonerde sind die in den festen und lockeren Massen

der Erde am häufigsten und zu einer außerordentlich großen Mannigfaltigkeit von verschiedenen Mischungen (Mineralien) vereinigten Stoffe. Manche Thiere und Pflanzen, zumal die Gräser und Riede, nehmen Kieselerde in ihre Körperbestandtheile auf.

11. Eisen, Kupfer und alle übrigen Metalle.

Die im gemeinen Leben so genannten Metalle, deren es eine große Anzahl gibt, wenn man die selteneren mitrechnet, finden sich theils gediegen, d. h. rein und unvermischt für sich in der Erde, wie das Kupfer, Silber, Gold, Platin, theils mit Oxygenium verbunden, als Oxyde, theils mit Schwefel verbunden, als Erze. Dieselben zeichnen sich durch eine bedeutendere Schwere vor andern metallischen Grundstoffen aus, sowie durch die größere Bereitwilligkeit, sich vom Oxygenium oder von andern Grundstoffen zu trennen. Bei den meisten derselben genügt ein hoher Hitzegrad, um sie zu veranlassen, jene Stoffe von sich auszuscheiden. Hierauf beruht die Ausschmelzung der Metalle aus den Steinen (Eisenstein) oder Erzen. Von allen diesen Metallen ist Eisen am Allgemeinsten in der Natur verbreitet, indem es nicht nur im Boden überall, in einer geringeren oder größeren Menge, sich eingemischt oder eingemengt vorfindet, sondern selbst in die Säfte der Thiere und der Pflanzen mit übergeht. Mit einer großen Menge Oxygeniums vereinigt, bildet das Eisen das rothe Eisenoxyd, welches den Boden mancher Gegenden und viele Mineralien, denen es auch nur in geringster Menge beigemengt ist, gänzlich roth färbt. Mit Wasser vereinigt, wird dieses Eisenoxyd gelbbraun, und diese Farbe ist nicht minder verbreitet als die rothe. Eine dunkelbraune Farbe bewirkt das Oxyd des Braunstein- oder Manganmetalls, welches dem Eisen einigermaßen ähnlich und ebenfalls sehr verbreitet ist. Mit wenigem Oxygenium verbunden, bildet Eisen das schwarze Eisenoxyd oder Eisenoxydul (Hammerschlag), und dieses mit Kohlensäure vereinigt, ist der, meistens graulich gelbe, Eisenspath (kohlensaures Eisenoxydul), welcher in vielen Gewässern, ebenso wie kohlensaure Kalkerde, sich aufgelöst befindet und in manchen Gegenden als bedeutende Felsmasse vorkommt.

Stoffzeichen und Verhältnisse. — Um die Grundstoffe, aus welchen irgend ein Stoff, sei derselbe der Erde, dem Wasser, der Luft, dem Thierreiche oder dem Pflanzenreiche entnommen, besteht, und das Verhältniß der Mischung jener Grundstoffe in ihm mit Leichtigkeit übersehen zu können, pflegt man die Namen der Grundstoffe, nur durch die Anfangsbuchstaben kurz bezeichnet, neben einander zu stellen und durch hinzugefügte Zahlen das Verhältniß jedes Stoffes anzudeuten. Man nimmt die einfachste Menge, in welcher das Oxygenium sich mit andern Grundstoffen verbindet, als Einheit zur Grundlage dieser Zahlen, und gibt jedem andern Stoffe diejenige Zahl als Grundverhältnißzahl, welche ausdrückt, wie viel Mal das Gewicht der kleinsten Menge desselben, welche in einem Oxyde enthalten sein kann, das Gewicht des ebenfalls darin enthaltenen Oxygeniums übertrifft. So übertrifft im schwarzen Eisenoxyde (Eisenoxydul) das Eisen an Gewicht das Oxygenium 339mal. Ist also 1 die Grundverhältnißzahl des Oxygeniums, so ist 339 die Grundverhältnißzahl des Eisens. Anstatt Grundverhältnißzahl pflegt man auch „Atomengewichtszahl" zu sagen. — Ist

nun in einer Mischung von jedem Grundstoff nur ein solches einfaches Verhältniß enthalten, so schreibt man einfach ohne Zahl die Zeichen derselben neben einander, z. B. Eisen (ferrum) = Fe und Oxygenium = O, also Eisenoxydul = Fe O. Ist aber von dem einen Grundstoffe die zwei- oder dreifache.... Verhältnißmenge vorhanden, so setzt man demselben eine kleine, hochgeschriebene Zahl bei; z. B. $Fe^2 O^3$ wäre ein Stoff, in welchem die zweifache Verhältnißmenge von Eisen und die dreifache Verhältnißmenge von Oxygenium enthalten ist. Da das Oxygenium in so außerordentlich vielen Mischungen vorkommt, so bezeichnet man O auch wohl nur durch einen Punkt über dem oxydirten Grundstoffe, z. B. $\dot{Fe}$ ist = Fe O; $\dddot{Fe}^2$ ist = $Fe^2 O^3$. Ebenso bezeichnet man den Schwefel bald durch ein S, bald aber durch ein übergeschriebenes oder untergeschriebenes Komma, z. B. Fe S (Schwefeleisen) = $\overset{,}{Fe}$; $Fe\,S^2$ = $\overset{,,}{Fe}$ u. s. w. Solchen Grundstoffen, welche fast stets in einer zweifachen Verhältnißmenge vorzukommen pflegen, gibt man auch wohl statt der Hochzahl 2 einen Durchstrich, z. B. $\bar{H}$ = Hydrogenium. Besteht ein Stoff aus mehr als zwei Grundstoffen, so schreibt man die paarweise verbundenen neben einander, und zwar bei mehrfacher Verhältnißmenge eines Paares mit der betreffenden hochgeschriebenen Zahl. So ist $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ = Calciumoxyd verbunden mit Carboniumoxyd oder Kohlensäure, und letztere enthält eine zweifache Verhältnißmenge von Oxygenium; obiges Zeichen ist die einfache Vorstellung von der kohlensaure Kalkerde. $\dot{\bar{H}}$ ist das Zeichen für Hydrogeniumoxyd oder Wasser. $\dddot{\bar{Fe}}^3\,\dot{\bar{H}}^2$ bedeutet Brauneisenstein, d. h. rothes Eisenoxyd, in dreifacher Verhältnißmenge, vereinigt mit Wasser, in zweifacher Verhältnißmenge. — Bei noch vielfacherer Zusammensetzung stellt man die Doppelpaare einer Verbindung durch ein Pluszeichen (+) vereinigt neben einander und schreibt die betreffende Verhältnißzahl jedes Doppelpaares vor dieses. So ist $\dot{Ca}\,\ddot{C} + \dot{Mg}\,\ddot{C}$ das Zeichen für Dolomit oder Bitterkalk, d. h. für eine Verbindung von kohlensaurer Kalkerde mit kohlensaurer Talkerde. $\dot{K}\,\dddot{Si} + \dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^3$ ist das Zeichen für Feldspath, d. h. für eine Mischung von kieselsaurem Kali ($\dot{K}\,\dddot{Si}$) mit kieselsaurer Thonerde ($\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^3$), in welcher das Kalium (K) mit einer einfachen, das Silicium (Si) mit einer dreifachen, das Aluminium (Al) mit einer anderthalbfachen Verhältnißmenge von Oxygenium verbunden, und in welcher die mit der Tonerde ($\dddot{\bar{Al}}$) verbundene Kieselsäure in einer dreifachen Verhältnißmenge enthalten ist. Dagegen ist $\dot{K}^3\,\dddot{Si}^2 + 3\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^2$ das Zeichen für den aus ganz denselben Grundstoffen, aber in ganz andern Verhältnissen gemischten Leuzit. Man spricht letzteres Zeichen aus: Leuzit ist eine Verbindung von einem Mischungsgewichte (einer Verhältnißmenge) zweidrittel-kieselsauren Kalis mit drei Mischungsgewichten (Verhältnißmengen) zweidrittel-kieselsaurer Thonerde.

Folgendes Verzeichniß enthält alle Grundstoffe, welche man gegenwärtig als solche betrachtet, nach ihren Zeichen alphabetisch geordnet und mit dem Beisatze ihrer Grundverhältnißzahl, im Vergleiche zur Einheit des Oxygeniums. Die mit einem * bezeichneten finden sich in freiem (unvermischtem) Zustande in der Natur; die übrigen kennt man nur durch die Scheidekunst.

1.	*Ag = Argentum (Silber)	1352
2.	Al = Aluminium	342
3.	*As = Arsenicum (Arsenik)	940
4.	*Au = Aurum (Gold)	1243
5.	B = Borum (Bor)	136
6.	Ba = Baryum	857
7.	Be = Beryllium	662
8.	*Bi = Bismuthum (Wismuth)	887
9.	Br = Bromium (Brom)	978
10.	*C = Carbonium (Kohlenstoff)	76
11.	Ca = Calcium	256
12.	Cd = Cadmium	697
13.	Ce = Cerium	575
14.	Cl = Chlorum (Chlor)	443
15.	Co = Cobaltum	369
16.	Cr = Chromium (Chrom)	352
17.	*Cu = Cuprum (Kupfer)	396
18.	D = Didymium.	
19.	E = Erbium.	
20.	*Fe = Ferrum (Eisen)	339
21.	Fl. = Fluor	234
22.	H = Hydrogenium (Wasserstoff)	12
23.	Hg = Hydrargyrum (Quecksilber)	1266
24.	J = Jodicum (Jod)	1578
25.	*Ir = Iridium	1233
26.	K = Kalium	490
27.	L = Lithium	80
28.	La = Lanthanum	451
29.	Mg. = Magnesium	158
30.	Mn = Manganum	346
31.	Mo = Molybdænum	598
32.	N = Nitrogenium (Stickstoff)	177
33.	Na = Natrium	291
34.	Nb = Niobium.	
35.	Ni = Niccolum (Nickel)	370
36.	O = Oxygenium (Sauerstoff)	1
37.	Os = Osmium	1244
38.	P = Phosphorus (Phosphor)	392
39.	*Pb = Plumbum (Blei)	1294
40.	*Pd = Palladium	666
41.	Pe = Pelopium.	
42.	*Pt = Platinum (Platina)	1233
43.	R = Rhodium.	651
44.	Ru = Ruthenium.	
45.	*S = Sulphur (Schwefel)	201
46.	*Sb = Stibium (Antimon)	1612
47.	Se = Selenium	494
48.	Si = Silicium (Kiesel)	277
49.	*Sn = Stannum (Zinn)	735
50.	Sr = Strontium	547
51.	Ta = Tantalum	1154
52.	Tb = Terbium.	
53.	*Te = Tellurium	802
54.	Th = Thorium	745
55.	Ti = Titanium	304
56.	U = Uranium	2711
57.	Vn = Vanadium	856
58.	W = Wolframium	1183
59.	Y = Yttrium	402
60.	Zn = Zincum (Zink)	403
61.	Zr = Zirconium	840

Vorkommen der Grundstoffe. — Unter den Bestandtheilen des Erdbodens finden sich sämmtliche Grundstoffe vor, jedoch in sehr ungleicher Vertheilung, indem eine geringe Zahl überall verbreitet ist, manche andere dagegen nur in gewissen Gegenden bislang aufgefunden worden sind, einige mehr an der Oberfläche, andere mehr in der Tiefe getroffen werden. Im Allgemeinen kann in Bezug auf letzteren Unterschied angenommen werden, daß sich an der Oberfläche der Erde mehr solche Stoffe vorfinden, welche aus den leichteren Grundstoffen (Hydrogenium, Nitrogenium, Oxygenium, Carbonium, Alkalien und erdbildenden Grundstoffen) bestehen, dagegen in der Tiefe mehr und mehr die schwereren Metalle zunehmen. Das Wasser, welches zwei Drittheile der Erdoberfläche bedeckt und aus welchem das Land ohne Zweifel anfänglich gar nicht hervorragte, besteht nur aus Hydrogenium und Oxygenium, und die noch leichtere, und daher überall über dem Wasser schwebende, Luft aus Nitrogenium und Oxygenium, sowie mancherlei, derselben in unbestimmten und wechselnden Verhältnissen beigemengten, gasartigen Stoffen, unter welchen Wasserdunst und Kohlensäure besonders wichtig sind. Dieselben Grundstoffe, welche somit in unserer Atmosphäre vorhanden sind, Carbonium, Hydrogenium, Nitrogenium und Oxygenium, erzeugen auch alle Hauptbestandtheile der Pflanzen und der Thiere. Ein wenig Schwefel und Phosphor,

Eisen, Kalkerde, Talkerde, Kieselerde u. s. w. können nur als Nebenbestandtheile angesehen werden. Nur die Mannigfaltigkeit der Mischungsverhältnisse der die Pflanzen und Thiere bildenden Hauptgrundstoffe, nicht aber eine große Zahl letzterer ist, wie wir schon vorhin andeuteten, die Ursache der großen Verschiedenheit, welche wir in den Bestandtheilen der Pflanzen- und Thierkörper bemerken.

Grundstoffe werden nicht erzeugt. — Ganz irrthümlich würde die Vermuthung sein, als ob die Pflanzen und Thiere etwa in ihrem Körper gewisse Grundstoffe bereiteten. Es ist dies durchaus nicht der Fall. Vielmehr kann weder eine Pflanze, noch ein Thier jemals irgend einen Grundstoff in der Mischung irgend eines Körperbestandtheiles enthalten, welcher nicht mit der Nahrung oder durch die Einsaugung aus der Luft von diesen Geschöpfen aufgenommen worden ist. Nur Umwandlungen der Mischungsverhältnisse der Nahrung und der eingeathmeten Luft, deren Grundstoffe sich in den Pflanzen und Thieren von einander scheiden und zu neuen, zweckmäßigen Verbindungen wieder vereinigen, und die auffallende Abweichung der neuen Mischungen von der Beschaffenheit der aufgelösten, sind die Ursachen der anscheinenden Verschiedenheit der die Körper der Pflanzen und Thiere bildenden Bestandtheile von den Nahrungsstoffen derselben. Auch in der Luft, im Wasser und im Erdboden erzeugen sich keine neue Grundstoffe, sondern unveränderlich, seit die Erde geworden ist, bleibt die Zahl derselben und die vorhandene Masse eines jeden. Selbst die Stoffe, welche durch Pflanzen und Thiere aufgenommen und zur Erhaltung dieser Geschöpfe verwandt werden, bleiben unverloren und kehren in einem steten Kreislaufe, durch die Auflösung nach dem Tode und durch die Aussonderungen während des Lebens, wieder in ihren früheren Zustand zurück.

Wechsel von Mischung und Entmischung. — Die Mischung der Grundstoffe ist auch in den gewöhnlich todt und leblos genannten Theilen der Natur in einem steten Wechsel begriffen, indem die Mineralien sich auflösen und neue sich bilden, indem Wasser und die Gase der Luft mit den, durch die Auflösung frei werdenden, Grundstoffen sich vereinigen und verfesten, oder indem neues Wasser und neue Luft, durch Ausscheidung aus Verbindungen, frei werden. Den Grund solcher wechselnder Bildungen und Auflösungen von Mischungen stets derselben Grundstoffe haben wir zu suchen in den Verschiedenheiten der Wärmegrade, welchen dieselben ausgesetzt sind, indem sie sich bilden, und während ihres Bestehens. Wir werden durch weitere Betrachtungen erfahren, daß dieselben Stoffe, welche sich an der Oberfläche der Erde durch Mischung erzeugen, durch einfache Vorgänge nach ungeheuren Zeiträumen, theils durch allmählig zunehmende Bedeckung mit neuen Massen, theils durch Einsenkungen der Oberfläche der Erde selbst, in eine tiefere Lage gerathen, und daß dieselben in solcher Lage höheren Wärmegraden ausgesetzt sind, als an der Oberfläche. Jeder durch Mischung entstandene Stoff bedarf zu seinem Entstehen eines gewissen Wärmegrades und ebenso gibt es für einen jeden solchen Stoff eine gewisse Grenze höchster Wärme, bei deren

Ueberschreitung die Verbindung der in ihm enthaltenen Grundstoffe sich freiwillig wieder auflöst. Ist also im Innern der Erde eine höhere Wärme vorhanden, als an der Oberfläche, so werden wir daraus leicht begreifen, daß viele Mischungen, welche an der Oberfläche sich gebildet haben, in der Tiefe wieder aufgelöst werden. Und wenn dergleichen Erdmassen auf solche Weise in der Tiefe durch den Einfluß der Wärme umgeändert nach abermaligen Zeiträumen, wie wir später erfahren werden, zur Oberfläche wieder emporgehoben werden, so ist kein Zweifel, daß die in der Tiefe aus ihren früheren Verbindungen ausgeschiedenen Stoffe von Neuem ähnlichen Verbindungen unterliegen, die etwa in der Tiefe unter dem Einflusse höherer Temperatur entstandenen Mischungen dagegen hier wieder aufgelöst werden müssen. Wirklich findet in dieser Weise ein steter Kreislauf der Mischung und Entmischung der Stoffe statt.

Wärme im Innern der Erde.

Daß im Innern der Erde eine höhere Temperatur herrsche, als an der Oberfläche, dieses würden wir, falls nicht unmittelbare Erfahrung in den tiefen Bergwerken uns davon überzeugt hätte, durch eine einfache Ueberlegung mit Bestimmtheit schließen dürfen. Die Sonnenwärme dringt, wie die Winterkälte, bekanntlich nicht tief in die Erde ein; denn ein Keller von nur zehn Schuhen Tiefe ist schon zu jeder Jahreszeit gleichmäßig warm. Es rührt dieser Umstand daher, daß die Stoffe, aus denen die Erde besteht, sich nicht leicht erwärmen oder erkälten und ebensowenig ihre Wärme oder Kälte benachbarten (unterliegenden) Massen mittheilen. Die Temperatur der Keller entspricht in jeder Gegend ungefähr dem Mittel zwischen der dort gewöhnlichen Winterkälte und Sommerwärme. Dringt man tiefer in den Erdboden ein, so bemerkt man, daß auf etwa hundert Schuhe jedesmal diese Temperatur um 1 Grad des hunderttheiligen Wärmemessers zunimmt. In tiefen Bergwerken sind aus diesem Grunde die Bergleute gezwungen, nackend zu arbeiten, weil sie die Wärme sonst nicht ertragen könnten. Man berechnet leicht, daß in einer Gegend, deren Jahrestemperatur im Mittel 10° (10 Grade) beträgt, wie in der Umgebung von Wien, schon bei einer Tiefe von nur 9000 Fuß, also wenig über einem Drittheile einer Meile (24,000 Fuß) eine Temperatur von 100° stattfinden muß, in welcher das Wasser zu sieden beginnt. Eine solche Tiefe ist sehr gering im Vergleiche zum Durchmesser der Erde, welcher 1750 Meilen mißt. Selbst eine Tiefe von zehn Meilen ist im Vergleiche zu dieser letzteren Größe gering, und doch muß bei einer solchen Tiefe eine Temperatur von weit über 2000° herrschen, eine Temperatur, in welcher nicht allein keine uns bekannte Mischung Bestand haben könnte, sondern auch selbst der schwerschmelzbarste Stoff an der Oberfläche flüssig werden müßte. Daß viele Stoffe, trotz großer Hitze, in einer solchen Tiefe nicht eigentlich flüssig sein können, ist eine Folge des ungeheuren Druckes, welchen die oberen Felsmassen der Erde selbst auf die tiefer liegenden ausüben.

Mancherlei seltsame Vermuthungen und Behauptungen haben sich auf die unläugbare Thatsache der Zunahme der Wärme gegen das Innere der Erde

gründen wollen. Die verbreitetste dieser Vermuthungen ist diejenige, welche den erwärmten Zustand des Erdinnern daraus erklärt, daß die Grundstoffe der Erde sich ursprünglich in einem über alle Maßen glühenden Zustande befunden hätten, so daß selbst die am schwersten schmelzbaren sogar gasförmig gewesen seien. Diese Gase hätten sich sodann durch allmählige Abkühlung soweit verdichtet, daß dieselben endlich flüssig geworden seien, wie sie jetzt im Erdinnern ohne Zweifel noch sind, und hätten sich zu einer Kugel zusammengeballt, und die völlige Abkühlung der äußersten erstarrten Kruste dieser schmelzflüssigen Kugel hätte erst das Leben von Pflanzen und Thieren auf der Erdoberfläche möglich gemacht. Wir dürfen von einer solchen Vermuthung, welcher viele gewichtvolle Einwürfe zu machen sind und welche auch nur gesucht ist zur Erklärung einer vorliegenden Thatsache, gänzlich absehen. Denn auch bei der Voraussetzung, daß durchaus nicht glühende, sondern in niedrigster Temperatur befindliche Stoffe sich zu einer Kugel, wie die Erde, zusammengeballt haben, werden wir die steigende Temperatur des Erdinnern erklärlich finden. Ja wir würden, gestützt auf anderweitige Beobachtungen, das Vorhandensein einer Wärmezunahme behaupten müssen, wenn wir auch nicht durch unmittelbare Beobachtung in Bergwerken und gebohrten Brunnen von derselben Kenntniß hätten.

Ursache der Erdwärme. — Wir wissen, und es ist schon früher davon die Rede gewesen, daß jeder Stoff einer gewissen Wärme bedarf, um in den flüssigen, einer höheren Wärme, um in den gasförmigen Zustand versetzt zu werden. Wir wissen ferner, daß gasförmige Stoffe durch Verlust an Wärme flüssig, flüssige durch mehren Wärmeverlust fest werden. Wir wissen aber ebenso durch Versuche, daß Stoffe, welche mit gewöhnlicher Temperatur der Luft gasförmig sind, sobald man sie künstlich verdichtet, eine fühlbare Wärme von sich geben, gleichsam, als ob man solche aus ihnen herauspreßte. Das Gleiche findet statt, wenn man flüssige Stoffe so verdichtet, daß sie fest werden und ebenso, wenn man feste Stoffe über ihre gewöhnliche Dichtigkeit zusammenpreßt. — Eine solche Verdichtung von Stoffen kann einestheils geschehen durch chemische Verbindung. Kalk, aus welchem man durch das Brennen die Kohlensäure vertrieben hat, besitzt die Eigenschaft, sich mit einer bedeutenden Menge Wassers zu einem eigenthümlichen Stoffe zu vereinigen, welchen man Kalkhydrat nennt und zum Mörtel anwendet. Bei dieser Vereinigung, welche durch Einsaugung von Wasserdunst aus der Luft allmählig, oder durch Aufnahme hinzugegossenen Wassers plötzlich geschieht, verdichtet sich das Wasser so, daß das Kalkhydrat bei weitem nicht eine so umfangreiche Masse wird, als die angewandte Masse des gebrannten Kalkes und des Wassers erwarten lassen könnte. Während der Vereinigung des Wassers mit dem gebrannten Kalke und somit während der Verdichtung des ersteren, ergibt sich eine außerordentliche Wärmeentwicklung. — Auch durch eine besondere Eigenschaft poröser (mit feinen Hohlräumen versehener) Körper, Gase in großer Menge in sich einzusaugen und zu verdichten, kann die Bestätigung obiger Behauptung gefunden werden. Hydrogeniumgas entzündet sich bei gewöhnlicher Temperatur selbst in reinem Oxygeniumgase nicht. Läßt man dasselbe aber auf lockeres, schwammiges Platinmetall strömen, so verdichtet sich das Gas in den feinsten Poren des Metalles und gibt dabei einen hohen Wärmegrad von sich, so daß das Platin alsobald erglüht und hiedurch die Entzündung des Hydro-

geniumgases bewirkt. Die, nach ihrem Erfinder so genannten, Döbereiner'schen Feuerzeuge beruhen auf der Anwendung dieses Vorganges. — Kohlenpulver verdichtet in sich eine große Menge atmosphärischer Luft, welche es einsaugt, und schon oft ist hiedurch Brandunglück entstanden, besonders in Pulverfabriken, in welchen Kohle zur Bereitung des Schießpulvers gemalen wird. — Aber auch durch Anwendung äußerer Gewalt, durch Schlag, Stoß oder Pressung, kann die Verdichtung von Stoffen bewirkt und dabei die gleiche Entwicklung von Wärme wahrgenommen werden. Das Compressions- oder Druckfeuerzeug (Fig. 1) besteht aus einer metallenen, pistolenlaufähnlichen Röhre, in deren offenes Ende ein Stempel luftdicht eingepaßt ist. Der hohle Raum des Rohres enthält natürlich Luft. Preßt man diese, durch einen heftigen Stoß auf den Stempel, stark zusammen, so gibt sie eine sehr bedeutende Wärme von sich, welche genügt, um ein, an der Unterseite des Stempelkolbens befestigtes, Stück Feuerschwammes zu entzünden. — Bekanntlich wird Holz, Eisen, Stein u. s. w. durch Hämmern warm und der Schmied, welcher eine kalte Eisenstange auf dem Ambos heftig und rasch hämmert, bringt dieselbe zum Glühen, bis zu dem Grade, daß sie zur Entzündung der Kohlen benutzt werden kann. — Denken wir uns, daß auf eine Gegend der Erdoberfläche plötzlich ein gewaltiger Berg gestellt werden könnte, so ist begreiflich, daß durch die Pressung vermittelst dieser ungeheuren Last die Erdmassen stark zusammengedrückt und folglich zur Entwicklung einer bedeutenden Wärme gebracht werden müßten. Und da die erdigen und steinigen Stoffe, aus denen die Berge bestehen, eine Abkühlung durch Fortleitung der Wärme so gut wie gar nicht gestatten, so würde unter jenem Berge eine hohe Temperatur beständig bleiben. Wie wir nun auch annehmen mögen, daß die Stoffe, aus welchen die Erde besteht, sich zusammengehäuft haben mögen, so viel ist stets gewiß, daß die inneren Massen um so stärkerer Pressung, und somit Verdichtung, ausgesetzt sein müssen, je mehr dieselben von der Oberfläche entfernt sind, und daß somit die Wärme von der Oberfläche nach dem Mittelpunkte hin in einem regelmäßigen Verhältnisse zunehmen muß.

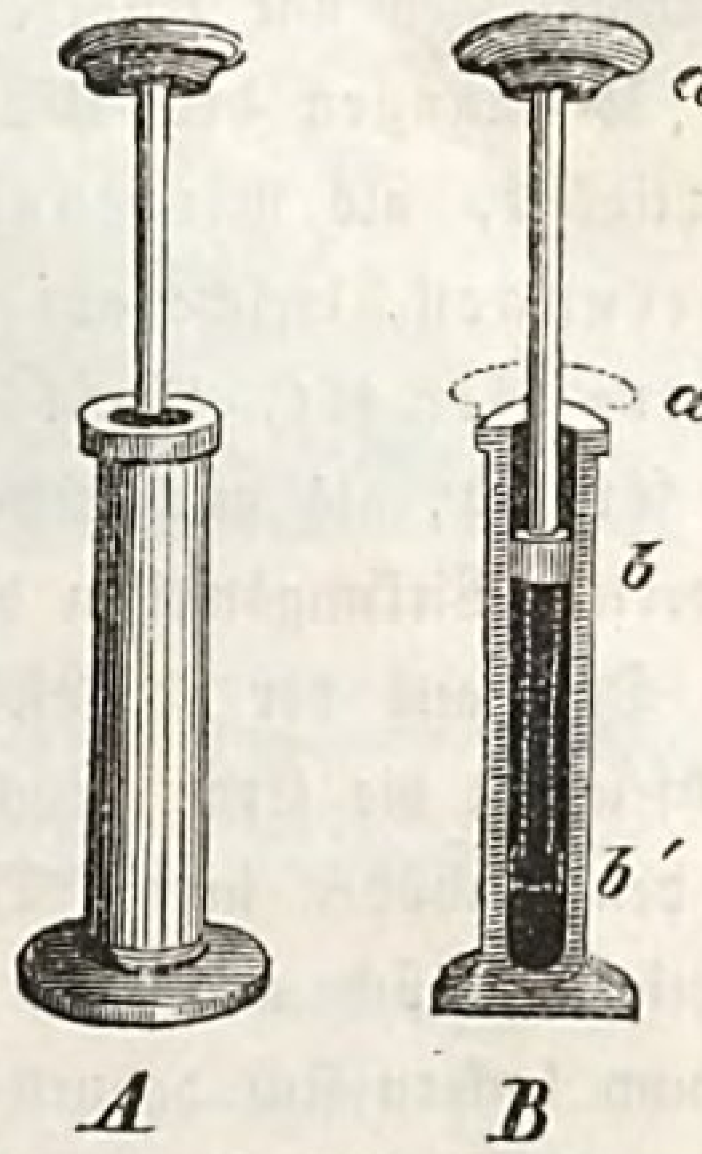


Fig. 1. Das Druckfeuerzeug.
A äußere Ansicht. — B innere Ansicht. a—b der Stempel. a′—b′ derselbe im Augenblicke der Compression.

Beschaffenheit des Erdinnern. — Außer der Gewißheit, daß das Innere der Erde sich in einem sehr hohen Temperaturzustande befinde, wissen wir über dasselbe nichts, da die tiefsten Bergwerksgruben und die tiefsten gebohrten Brunnen nicht über 2500 Schuhe in die Kruste der Erde eingedrungen sind, und diejenigen Theile der jetzigen Erdoberfläche, von welchen wir mit gutem Grunde vermuthen, daß sie aus einer sehr tiefen Lage durch Hebung hervorgestiegen sind, schwerlich jemals mehr als einige Meilen tief gelegen haben.

*

Erdoberfläche.

Auch von der Oberfläche der Erde selbst, deren jetzige Beschaffenheit als Gegenstand einer besonderen Wissenschaft, der Geographie oder Erdbeschreibung, zu betrachten ist, wissen wir nicht, in welchem Zustande dieselbe anfänglich, als die Erde geworden war, sich befunden haben mag. Wir kennen nur den jetzigen Zustand, finden jedoch in diesem, mit Berücksichtigung der gegenwärtig und mehr oder weniger deutlich vor unsern Augen vorgehenden Veränderungen, viele Anhaltspunkte zu bestimmten Vermuthungen über früher vorgegangene Veränderungen und frühere Zustände.

Wirkungen des Wassers. — Das Wasser ist von der außerordentlichsten Wichtigkeit, als wirkende Ursache der mannigfaltigsten und umfassendsten Veränderungen, welche auf der Erde vor sich gehen. Dasselbe wirkt theils durch äußere Gewalt, theils durch die auflösende Kraft, welche es sowohl an und für sich, als auch durch Hülfe anderer, in ihm sich auflösender Stoffe ausübt. Beiderlei Wirkungsweisen verbinden sich fast immer.

Das aus der Atmosphäre als Regen, Schnee u. s. w. herabfallende Wasser durchfeuchtet die Erde. Lockere Massen des Bodens reißt es oder spült es allmählig von den Anhöhen in die Thäler. Vermittelst der sogenannten Verwitterung bemächtigt es sich auch der festeren Felsen. Denn diese saugen Feuchtigkeit in sich ein und lockern sich dadurch nach und nach, besonders unter dem abwechselnden Einflusse der Wärme und der Kälte, so daß sie endlich zerfallen, (Fig. 2) und sowohl Blöcke, als kleinere Brocken und feine Schuttmassen werden also mit der Zeit herabgestürzt und fortgerissen. Man darf behaupten, daß kein Hügel, kein Berg, kein Gebirge heutigen Tages noch die ursprüngliche Form seiner Oberfläche besitze, sondern alle sind bereits mehr oder weniger durch allmählige Zerstörung verändert, besonders erniedrigt, abgerundet, ausgefurcht, zerrissen. Es läßt sich denken, daß durch die stets fortgesetzte Wirkung einer solchen Zerstörung endlich, sei es auch erst nach vielen Jahrtausenden, ein Gebirge gänzlich verschwinden müßte. — Entsprechend verändern sich die Vertiefungen, die Thäler, in welchen die Schuttmassen sich sammeln. Während die Gletscher (gewaltige Massen in den Hochgebirgen zusammengehäuften und zu Eis verfesteten Schnees) einestheils, indem sie sich, von den höheren Graten gleitend, durch ihre Schwere in die Thäler hinabdrücken, auf sie herabgefallene Blöcke (Fig. 3) von der ungeheuersten Größe weit fortführen und endlich, an ihrem vordern Ende abschmelzend, auf dem Thalgrunde anhäufen, tragen dieselben in den kälteren Ländern der Erde nicht selten, indem sie sich bis zur Meeresküste hinabziehen, dort durch die Gewalt des Wassers zu wahren Eisbergen zerrissen und durch die Strömung weit in das Meer hinaus fortgeschwemmt werden, bis sie in wärmeren Gegenden zerschmelzen, die auf ihnen liegenden Felsstücke mehre hundert Meilen weit. Der ganze Grund des Meeres ist ohne Zweifel in manchen



Fig. 2. Wirkungen der Verwitterung auf die Berge.

Gegenden mit solchen Felsstücken besäet, welche auf Eisschollen weite Irrfahrten gemacht haben. Die Ströme reißen Blöcke, Brocken und Schuttmassen weit mit sich fort, runden erstere durch die stete rollende Bewegung mit der Zeit und zerreiben dieselben endlich völlig. Das Bett des Rheinstromes, vom Ursprunge dieses Flusses in den Hochgebirgen Graubündens in der Schweiz bis zu seiner Einmündung in das Meer, liefert uns ein Beispiel von dieser Wirkungsweise des Wassers. Im Tavetschthale, wo der Fluß vom St. Gotthardsgebirge reißend herabströmt, wälzt derselbe mit Hülfe der von den schmelzenden Gletschern niederbrausenden Wassermassen zahllose Blöcke fort. Bei Basel, wo der Rhein die Grenze der Schweiz verläßt, ist noch sein ganzes Bett mit grobem Felsgerölle, gänzlich gerundeten und abgeriebenen Geschieben und Sandmassen auf dem Grunde und an beiden Ufern des Wassers bedeckt. Breite Thäler sind oft mit solchen Massen ausgefüllt. Im Rheingau, in Mitteldeutschland,, ist es sandiger Lehm, welchen der Rhein an seinem Grunde absetzt und in den Thälern aufschwemmt. Die groben Massen blieben längst zurück. Nur feiner Sand und Schlamm wird endlich bis in das Niederland und bis in das Meer fortgetrieben. Man hat Ursache zu vermuthen, daß einst der größte Theil der jetzigen Niederlande (Fig. 4) ein Meerbusen war, und daß die durch den Rhein in denselben geschwemmten Erdmassen diesen endlich ausgefüllt haben. Bei der Mündung vieler Ströme erhöht sich der Grund des Meeres mehr und mehr, und es bilden sich stets zunehmende Untiefen und Landzungen, wie das **Delta** an der Mündung des Niles in Aegypten, und das Delta des **Missisippi** im Busen von Mexiko (Fig. 5). Meilenweit vom Ufer entfernt, erkennt man auf dem Meere noch die Farbe des Flußwassers, indem der feinste Schlamm nur ganz allmählig sich niedersenkt, so daß das Wasser sich abklären kann. Es ist natürlich, daß in der Nähe der Mündung die gröberen Stoffe, welche das Wasser eines Flusses mit sich fortführt, am Grunde abgelagert werden, während die feineren weiter hinaus, die feinsten weit in das offene Meer hinein gelangen. So bilden



Fig. 3. Der Vieschgletscher im Kanton Wallis, am südlichen Abhange des Finsteraarhornkammes.
a Steinblöcke in mehren Reihen (Moränen). — *b* das Finsteraarhorn. — *c* Firnschnee.



Fig. 4. Holland als Meerbusen mit der Mündung des Rheines.
uu das alte Meeresufer. — *A* (Amsterdam). — *B* (Brüssel). *K* (Köln am Rheine).

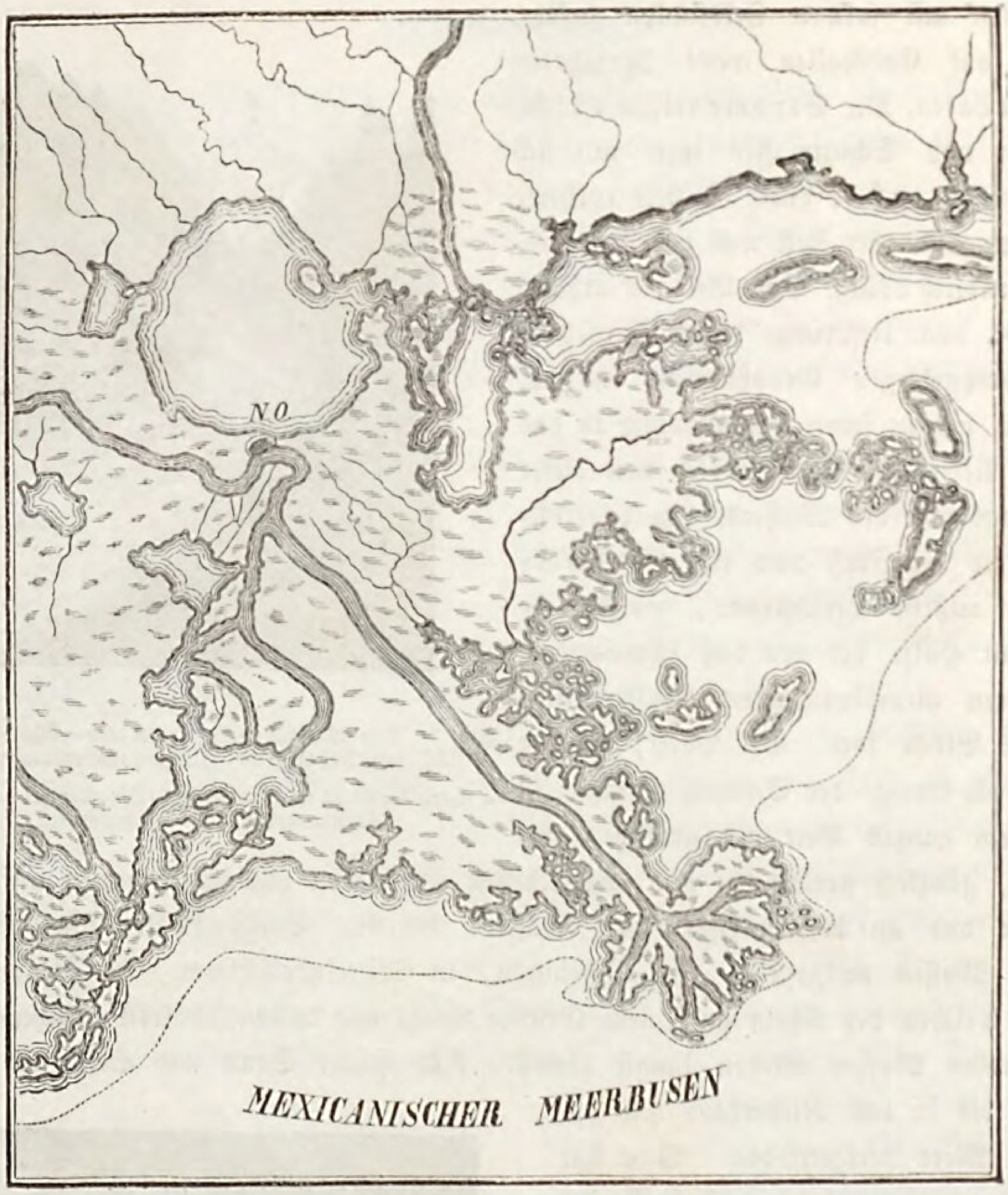


Fig. 5 Das Delta des Missisippi.
——— Linie von 30 Schuhen Tiefe. — *N.O*, Neuorleans.
Häufig überschwemmtes Land.

sich weit ausgebreitete Lagen von Geschieben und Geröllen, von Kies und Sand, von Lehm und Thon auf dem Meeresboden. Der abwechselnd stärkere und schwächere Zufluß des Wassers, welcher die reißende Natur der Ströme vermehrt oder vermindert in den verschiedenen Jahreszeiten, sowie auch die periodische Ruhe und Unruhe des Meeres selbst, verursachen eine schichtenweise Ablagerung dieser Massen, indem bei heftigerer Bewegung und Strömung nur gröbere Stoffe niedersinken, bei geringerem Flusse und ruhigerem Stande die feineren Theile abgesetzt werden. Abwechselnde Schichten gröberen und feineren Materiales werden also den Grund des Meeres stetsfort erhöhen. Die Dicke jeder Schicht kann natürlich nach tausend Umständen sehr verschieden sein; doch ist leicht zu berechnen, welch ungeheure Anhäufungen sich, auch bei der geringsten Dicke eines jährlichen Absatzes, im Verlaufe von hundert, von tausend, von vielen tausend Jahren bilden müssen. Nicht allein einzelne Meerbusen, sondern ganze Meere müssen durch dieselben nach und nach ausgefüllt und in Land verwandelt werden.

Das Wasser, welches an der Oberfläche den Boden aufwühlt und die Felsen auflockert, löst dabei manche Bestandtheile derselben in sich auf, ganz in der Weise, wie Kochsalz oder Zucker in Wasser aufgelöst werden. Besonders aber löst dasjenige Wasser, welches tiefer in den Boden einzieht, in Spalten und Klüften durch die Berge rinnt und am Abhange oder am Fuße derselben in Quellen wieder hervorbricht, auf seinen unterirdischen Wegen vielerlei Stoffe in sich auf. Das Wasser der Mineralbrunnen, genau genommen aber jede Quelle, ist ein Beweis hievon. Die allmählig zunehmende Erweiterung der, im Innern der Gebirge befindlichen, Klüfte zu weiten und geräumigen Höhlen sind ebenfalls Zeugen dieser Wirkungsweise des Wassers. Die im Wasser aufgelösten Bestandtheile werden theils schon in den Flüssen, theils in Sümpfen und Seeen, theils aber im Meere wieder abgeschieden und verfestet. Der kohlensaure Kalk, welchen fast jedes Quellwasser in bedeutender Menge aufgelöst enthält, ist nebst manchen ähnlichen Mineralien (kohlensaures Eisenoxydul, kohlensaure Talkerde u. s. w.), nur in solchem Wasser auflöslich, welches selber schon Kohlensäure enthält. Alles Regenwasser enthält aber, sobald es in den Boden eingedrungen ist, Kohlensäure, welche sich in den unteren Regionen der Luft und im Boden selbst in reichlicher Menge vorfindet. An freier Luft aber verdunstet die Kohlensäure aus dem Wasser, und der mit ihrer Hülfe aufgelöste Kalk muß sich wieder zu Boden setzen. Daher rührt die Tropfsteinbildung in den Höhlen, die Krustenbildung (Inkrustation, Versteinerung) in vielen Quellen, die Erzeugung des Tuffkalkes in Sümpfen und Seeen und endlich die Bildung von Kalksteinschichten auf dem Grunde des Meeres. Kalktheilchen vermischen sich mit den, an den Küsten entstandenen, Ablagerungen von Geröllen und Geschieben, Kies, Sand, Lehm und Thon, und auf dem offenen Meere oder der hohen See, woselbst schlammige Stoffe dem Wasser fehlen, setzen sich die reinsten Kalkschichten zu Boden. Da aber das Wasser auf der Oberfläche des Meeres immerfort verdunstet, da auf diese Weise, mit Zurücklassung aller und jeder festen Stoffe, gänzlich reines Wasser sich in die Luft erhebt, wo es Nebel und Wolken, und Regen oder Schnee hervorbringt, um von Neuem auf die Erde herabzufallen, Stoffe in sich aufzulösen, Quellen und Flüsse zu bilden und dem Meere neue Massen fester Stoffe zuzuführen, und diese demnächst darin zurückzulassen, so ist es natürlich, daß diese stete Wiederkehr derselben Vorgänge ungeheure Anhäufungen schichtenweiser Ablagerungen auf dem Meeresgrunde hervorbringen muß.

Da die Oberfläche des Landes in fast jeder Gegend eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der Bestandtheile des Bodens in lockeren und festen Massen besitzt, so ist schon hieraus zu schließen, daß auf irgend eine Weise, sei es als größere oder kleinere Trümmer, in festem, sei es als Auflösungen, in verflüssigtem Zustande, alle Grundstoffe in den Ablagerungen am Grunde der einen oder der andern Meeresgegend in geringem oder bedeutenderem Maße vorkommen können. Immerhin aber ist es von besonderem Interesse, zu wissen, welche Grundstoffe man durch Untersuchung schon in einem oder anderem Gewässer wirklich aufgelöst aufgefunden hat; denn alle diese dürfen wir in den vom Meere, in welches fast alle Gewässer endlich gelangen, abgesetzten Schichten anzutreffen erwarten, wenn auch bei der

Seltenheit einiger derselben nur in den allergeringsten und jeder unmittelbaren Wahrnehmung sich entziehenden Mengen. Es ist vielleicht kein Grundstoff ganz unlöslich in Wasser, sei es für sich oder in irgend einer Mischung. Von vielen Grundstoffen wissen wir, daß sich nur ein äußerst geringes Verhältniß derselben in Wasser auflöst. Bei solchen, welche man noch nie in einem Gewässer beobachtete, ist dieses Verhältniß vielleicht so gering, daß man sie nur aus diesem Grunde noch nie darin entdeckt hat. Folgende Grundstoffe und Verbindungen derselben hat man wirklich in Gewässern aufgelöst gefunden und durch die chemische Kunst daraus abgeschieden:

Grundstoffe.	Verbindungen.
Aluminium	— Schwefelsaure Thonerde; Ammoniakalaun; Kalialaun; Natronalaun; phosphorsaure Thonerde; Chloraluminium.
Arsenicum	— Arseniksaure Mischungen; arsenige Säure; Arsenikwasserstoff.
Borum	— Borsaure Mischungen; reine Borsäure.
Baryum	— Schwefelsaure Baryterde; kohlensaure Baryterde.
Bromium	— Bromium und Bromverbindungen.
Carbonium	— Kohlensäure; kohlensaure Mischungen; Kohlenwasserstoff (Naphtha).
Calcium	— Chlorcalcium; Fluorcalcium; Calciumsulfhydrat; salpetersaure Kalkerde; schwefelsaure Kalkerde (Gyps); phosphorsaure Kalkerde; kohlensaure Kalkerde.
Chlorum	— Chlorwasserstoff und andere Chlorverbindungen.
Cuprum	— Schwefelsaures Kupferoxyd.
Ferrum	— Chloreisen; schwefelsaures Eisenoxydul; phosphorsaures Eisenoxydul; arseniksaures Eisenoxydul; kohlensaures Eisenoxydul; humussaures Eisenoxydhydrat.
Fluor	— Fluorwasserstoff und andere Fluorverbindungen.
Hydrogenium	— In vielen Mischungen mit andern Grundstoffen.
Jodicum	— Jod und Jodverbindungen.
Kalium	— Chlorkalium; salpetersaures Kali; schwefelsaures Kali; phosphorsaures Kali; kohlensaures Kali.
Lithium	— Schwefelsaures Lithion; kohlensaures Lithion.
Magnesium	— Jodmagnesium; Brommagnesium; Chlormagnesium; salpetersaure Talkerde; schwefelsaure Talkerde; kohlensaure Talkerde.
Manganum	— Chlormangan; schwefelsaures Manganoxydul; kohlensaures Manganoxydul.
Nitrogenium	— Stickgas; Salpetersäure; salzsaures Ammoniak (Salmiak) u. a.
Natrium	— Chlornatrium; Bromnatrium; Schwefelnatrium; schwefelsaures Natron; phosphorsaures Natron; borsaures Natron; kohlensaures Natron.
Oxygenium	— In sehr vielen Mischungen.
Phosphorus	— Phosphorsäure; Phosphorwasserstoff u. s. w.
Plumbum	— Schwefelsaures Bleioxyd; phosphorsaures Bleioyyd; kohlensaures Bleioxyd.
Sulphur	— Schwefelsäure; Schwefelwasserstoff u. s. w.
Stibium	— Antimonoxyd.
Silicium	— Kieselsäure; kieselsaures Kali.
Stannum	— Zinnsäure.
Strontium	— Schwefelsaurer Strontian; kohlensaurer Strontian.
Zincum	— Schwefelsaures Zinkoxyd; kohlensaures Zinkoxydul.

Alle diese Grundstoffe und Verbindungen oder aus denselben hervorgehenden Wechselverbindungen, dürfen wir also in den, aus Auflösung im Wasser abgeschiedenen, Schichten auf dem Grunde von Gewässern erwarten. In

solchen Schichten dagegen, welche aus gröberem und feinerem Schutte zusammengeschwemmt sind, können alle sämmtlichen Grundstoffe und Mischungen vorkommen, welche irgendwo Theile des Erdbodens bilden.

Untergegangene Geschöpfe. — Da das Wasser von zahllosen Thieren bewohnt ist, welche sterbend zu Boden sinken; da Pflanzentheile und die Körper im Wasser zufällig umgekommener oder als Leichname in das Wasser gerathener Landthiere nicht selten von den Strömen fortgeschwemmt und ins Meer getrieben werden, wo dieselben früher oder später ganz oder theilweise ebenfalls auf den Grund gerathen, so wird es auch an Ueberbleibseln solcher Geschöpfe in den neugebildeten Schichten nicht fehlen können. Besonders Knochen und Gräten, Schilder und Schuppen, Panzer, Gehäuse und Schalen, Holzstücke, Blätter u. s. w. werden in großer Menge in die Erd- und Steinablagerungen eingemengt, und werden gleichsam selber dem Steinreiche einverleibt. Man nennt sie auch gewöhnlich Versteinerungen oder Petrefakte.

Erhebungen und Senkungen. — Schon vor sehr alten Zeiten waren viele Naturbeobachter durch verschiedene Wahrnehmungen zu dem Schlusse gelangt, daß in manchen Gegenden der Erde das Meerwasser nicht mehr so hoch stehe, als früher, und daß es mehr und mehr abzunehmen scheine. Schon vor mehr als hundert Jahren wurden in Schweden an den Ufern des baltischen Meeres, wo man die fortschreitende Abtrocknung der Küste vorzugsweise auffallend bemerkte, genaue Untersuchungen über die Wirklichkeit dieser Vermuthung angestellt; dieselben sind auch bis jetzt fortgesetzt worden. Wußte man schon aus geschichtlichen Nachrichten, daß Orte früher unmittelbar am Wasser gelegen hatten, welche in neuerer Zeit mehr und mehr durch ein breites Uferland von demselben getrennt wurden, so machte man nun an Felsen, welche aus dem Meere hervorragten, eingehauene Zeichen genau in der Höhe der Wasseroberfläche (Niveauzeichen), und fand schon nach einigen Jahren, daß das Wasser diese Zeichen nicht mehr erreiche. Da man aber an den südlicheren Küsten Schwedens, an der Ostsee, bei ähnlichen Untersuchungen die eingehauenen Zeichen nach einigen Jahren unter die Oberfläche des Wassers eingetaucht fand, so war die Erklärung der ersteren Erscheinung durch eine Abnahme des Wassers nicht mehr zuläßig. Vielmehr mußte man zu der Ueberzeugung gelangen, daß, während das Meer an Wassermasse im Allgemeinen sich ganz gleich bleibt, der Erdboden in einigen Gegenden sich hebe, in andern sich senke. — In neuerer Zeit hat man die vielfachsten Bestätigungen dieser Thatsache aufgefunden und selbst Ereignisse erlebt, bei welchen dasselbe, was in Schweden sehr langsam und fast unmerklich geschieht, in der auffallendsten Weise plötzlich vor sich ging. In den Jahren 1822, 1835 und 1837 hat sich die Küste von Chile in Südamerika in einer Erstreckung von zweihundert Stunden nebst dem Meeresgrunde, den Klippen und den Inseln sehr bedeutend gehoben, so daß Häfen, welche früher für große Schiffe tief genug waren, jetzt unfahrbar geworden sind und von Menschen durchwatet werden können, und ganze Strecken, welche früher unter Wasser lagen, in trockenes Land verwandelt sind. — In Indien erhob sich im Jahre 1819 in einer, bis dahin platten und ebenen Gegend, durch welche der Indusstrom floß, ein nicht unbeträchtlicher Hügelzug, von 20 Meilen Länge und 6 Meilen Breite, welcher den

Lauf des Indus bedeutend veränderte. Dagegen senkte sich das Land weiter gegen Süden, so daß das Dorf und die Festung Sindre halb unter Wasser geriethen. Aehnliche Erscheinungen kennt man aus vielen Gegenden der Erde. Die Beweise steter Hebung des Meeresgrundes im griechischen Inselmeere bei der Insel Santorin, sowie das allmählige oder plötzliche Hervortreten von Inseln oder Bergen, stehen der zuverlässigen und durch Trümmer von Ortschaften, welche jetzt überfluthet sind, noch nachweisbaren Senkung der Westküste von Grönland und der Umgegend des Kaspischen Landsees gegenüber. Unter zahllosen, mehr oder minder unbestimmten und lange für erdichtet gehaltenen Sagen oder Nachrichten von untergegangenen Städten oder Ländern möge nur der alten ägyptischen Sage von dem Lande Atlantis erwähnt werden, welches binnen Tag und Nacht versunken sein soll und dem Meere, welches dasselbe nun bedeckt, den Namen des Atlantischen Meeres verschaffte. — Auch von abwechselnder Hebung und Senkung des Bodens an einer und derselben Stelle finden sich unzweideutige Beweise. Nur des, dem heidnischen Arztgotte Serapis geweihten, Tempels (Fig. 6) bei Puzzuoli in der Gegend von Neapel möge erwähnt werden. Einzelne Säulen desselben und die ganzen Grundmauern dieses 18 Jahrhunderte alten Prachtbaues stehen noch. Dieselben befinden sich so nahe am Meeresufer, daß man kaum glauben möchte, der Tempel sei in solcher Stellung erbaut worden. Die Wogen des Meeres dringen bei Sturmfluthen in denselben ein. An den noch stehenden Säulen zeigen sich, in einer ziemlichen Höhe, unzweideutige Spuren langdauernder Einwirkung von Wasserwellen, und die Säulen sind sämmtlich in derselben Höhe von zahlreichen Löchern durchbohrt, in welchen man die Schalen der, den Schiffen so gefährlichen, im Meere lebenden Bohrwürmer oder Bohrmuscheln fand. Diese Löcher können von den Thieren, welche nie außer dem Wasser leben, keinenfalls gemacht sein, während der Tempel so stand, wie man ihn jetzt sieht. Es ist keine andere Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung zulässig, als die eine, in welcher alle Naturforscher übereinstimmen, daß der, vielleicht in einer bedeutend über dem Meere erhobenen Lage erbaute Tempel durch Senkung der Küste in das Meer getaucht sei, Jahrhunderte in solcher Lage verweilt und später durch eine neue und allmählige Erhebung der Küste die jetzige Stellung erlangt habe, in welcher man denselben im vorigen Jahrhunderte entdeckte, wo derselbe mit Erdmassen fast ganz erfüllt und das ganze Gemäuer mit kalkigen Krusten, wie das Meer sie absetzt, überzogen war.

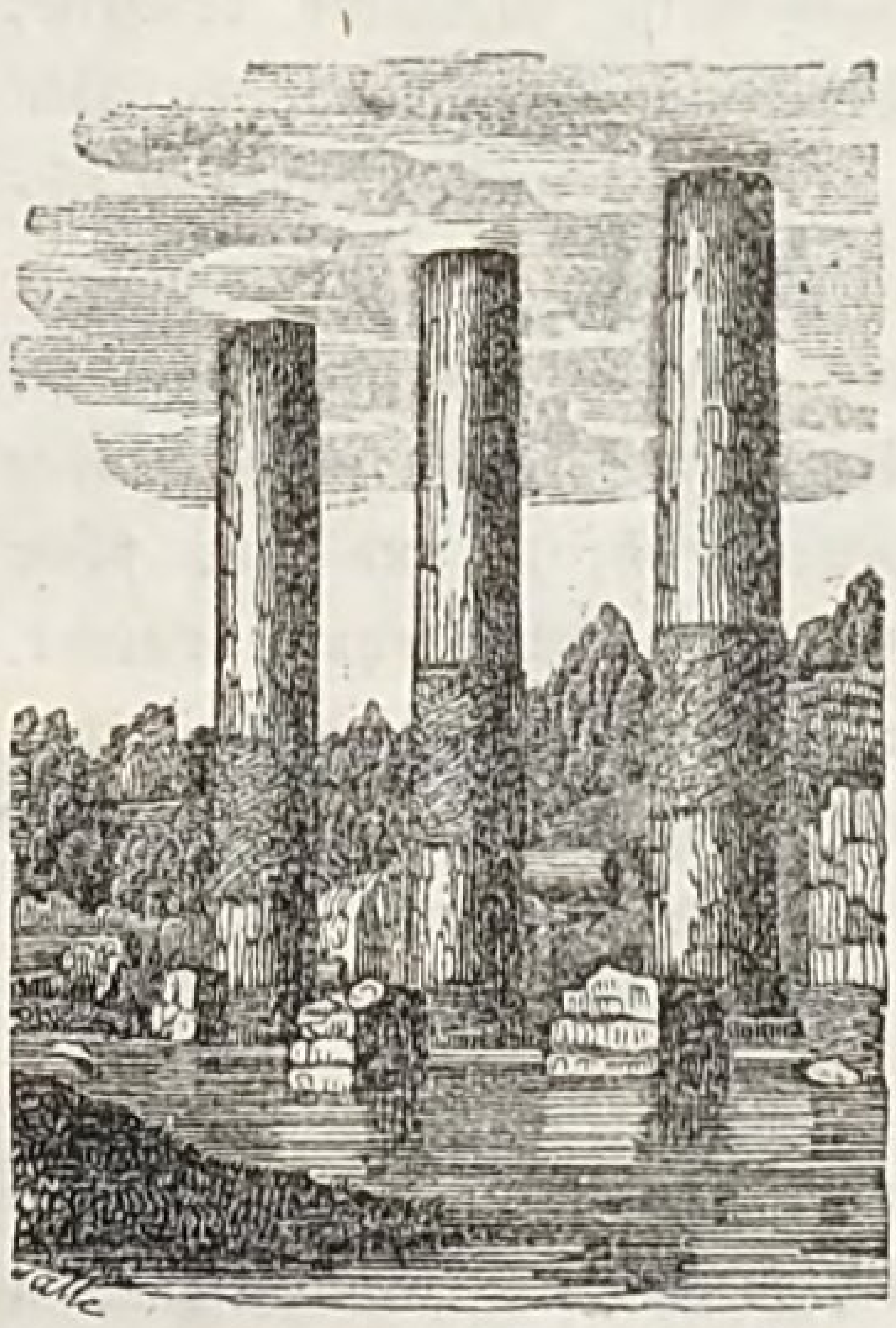


Fig. 6. Der Serapistempel bei Puzzuoli.

Allgemeinheit ähnlicher Erscheinungen. — Nachdem man die Ueberzeugung von Hebungen und Senkungen des Erdbodens auf dem Meeresgrunde und an den Ufern desselben erlangt hatte, wurde man bald auch auf mancherlei Verhältnisse aufmerksam, aus welchen man schließen muß, daß auf

dem festen Lande ähnliche Vorgänge theils noch sich ereignen, theils früher sich ereignet haben. In manchen Gegenden versicherten Bewohner hochgelegener Wohnungen, daß von solchen aus in früheren Zeiten, in ihrer oder ihrer Eltern Jugend, dieser oder jener ferne Ort auch mit dem besten Fernrohre nicht habe gesehen werden können, welcher jetzt deutlich sichtbar sei und mehr und mehr sichtbar werde; oder umgekehrt, daß von Ortschaften, welche man früher ganz erblickte, nunmehr nur noch die höchsten Gebäude, z. B. Kirche und Thurm, sichtbar seien. Nur Veränderungen in der Lage der Erdoberfläche machen solche Verhältnisse erklärlich. — Während an der westlichen Küste von Südamerika der Boden sich mehrfach so bedeutend gehoben hat, scheint das in gleicher Richtung mit der Küste weiter im Lande sich ausdehnende Andesgebirge dagegen gesunken zu sein. Nicht allein fand in neuerer Zeit ein französischer Naturforscher, Boussingault, alle Berghöhen jenes Gebirges gleichmäßig niedriger, als dieselben dreißig Jahre früher durch die Messungen des berühmtesten aller Naturforscher, des Deutschen Humboldt, gefunden waren, sondern man bemerkte auch in jenen Ländern, daß der Schnee, welcher auf hohen Gebirgen im höchsten Sommer bekanntlich nur bis zu einer gewissen Höhe wegschmilzt, auf den Gipfeln aber, wegen der dort herrschenden Kälte, stets liegen bleibt, in neuerer Zeit im Andesgebirge höher hinauf wegschmilzt, als früher geschah. — Den allgemeinsten Nachweis geschehener Hebungen des Bodens fand man aber in einem andern Umstande, welcher schon vor Jahrhunderten die Aufmerksamkeit denkender Menschen erregt und selbst schon Manchen zur Ahnung der wirklichen Ursache desselben geleitet hatte. Wo die Meeresküste sich gehoben hat, da findet man auf dem trocken gelegten Grunde natürlich die Ueberreste von Seethieren und Seepflanzen nicht selten; der Grund selbst besteht aus den vom Wasser ins Meer geführten und vom Meere abgesetzten Massen. Dergleichen geschichtete und ohne Zweifel im Wasser abgelagerte Massen, erfüllt mit den leicht erkennbaren Ueberresten von Thieren und Pflanzen, findet man nun nicht bloß an den Küsten gehobener Länder, sondern selbst weiter im höheren Lande und bis zu den Höhen der Berge. In einer Höhe von mehren hundert Fußen sieht man in Schweden und Norwegen an den Felswänden noch Gehäuse von Meerthieren kleben, welche sicher, an diesen nämlichen Felsen festsitzend, einst von den Wellen bespült wurden. In der Mitte Holsteins sieht man Austernbänke, d. h. außerordentlich zahlreiche Gesellschaften von Austermuscheln, von deren Thieren freilich nur die leeren, oder mit mergeligem Sande angefüllten Schalen zurückgeblieben sind, ganz in dem Zustande, wie dieselben Geschöpfe im Meere haufenweise zu leben pflegen, als ob erst vor Kurzem das Wasser abgetrocknet sein müßte. Und doch ist Holstein seit Jahrtausenden ein festes trockenes Land. Aehnliche Vorkommnisse sind in vielen Ländern der Erde sehr häufig. Ja, bei genauerer Untersuchung des Bodens, auf welchem wir leben, entdecken wir, daß derselbe fast überall durch und durch aus geschichteten Erd- und Steinmassen besteht, welche in vielen Gegenden mit Versteinerungen, den Ueberbleibseln von Thieren und Pflanzen, oder deren Abdrücken, gänzlich erfüllt sind.

Also war denn Alles, was jetzt trockenes Land ist, einst Meeres-

grund, und alle Erd- und Felsschichten der Erde, so weit wir dieselben kennen, sind einst als Ablagerungen auf dem Boden von Gewässern gebildet. Wie sie, zerfallend und sich auflösend, das Material zu den im jetzigen Meere sich bildenden Schichten darbieten, so sind sie einst aus ähnlichem Material entstanden. Die ursprüngliche feste Erdkruste kennen wir nirgends mehr, und wir wissen nicht, von welcher Beschaffenheit sie war, außer der einen Gewißheit, daß dieselbe aus den nämlichen Grundstoffen bestanden haben muß, welche die jetzige Erdoberfläche bilden.

Was jetzt Meeresgrund ist, das war vor Zeiten, wenigstens theilweise gewiß, wahrscheinlich aber allgemein, schon einmal trockenes Land. Was jetzt trockenes Land ist, wird vielleicht einst wieder sinken, bis das Wasser mit seinen Wogen darüber hinfluthet. Die Beschaffenheit der Bodenschichten Palästina's zeigt deutlich, daß dieses Land, bevor es trocken wurde, mit Wasser, und zwar von hohem Meere, bedeckt war. Doch muß dasselbe seit seiner Erhebung und Trockenlegung bereits von Neuem gesunken sein, denn heutigen Tages liegt das Thal des Jordanflusses am Todten Meere (Fig. 7) über 1000 Fuß tiefer, als der Wasser-

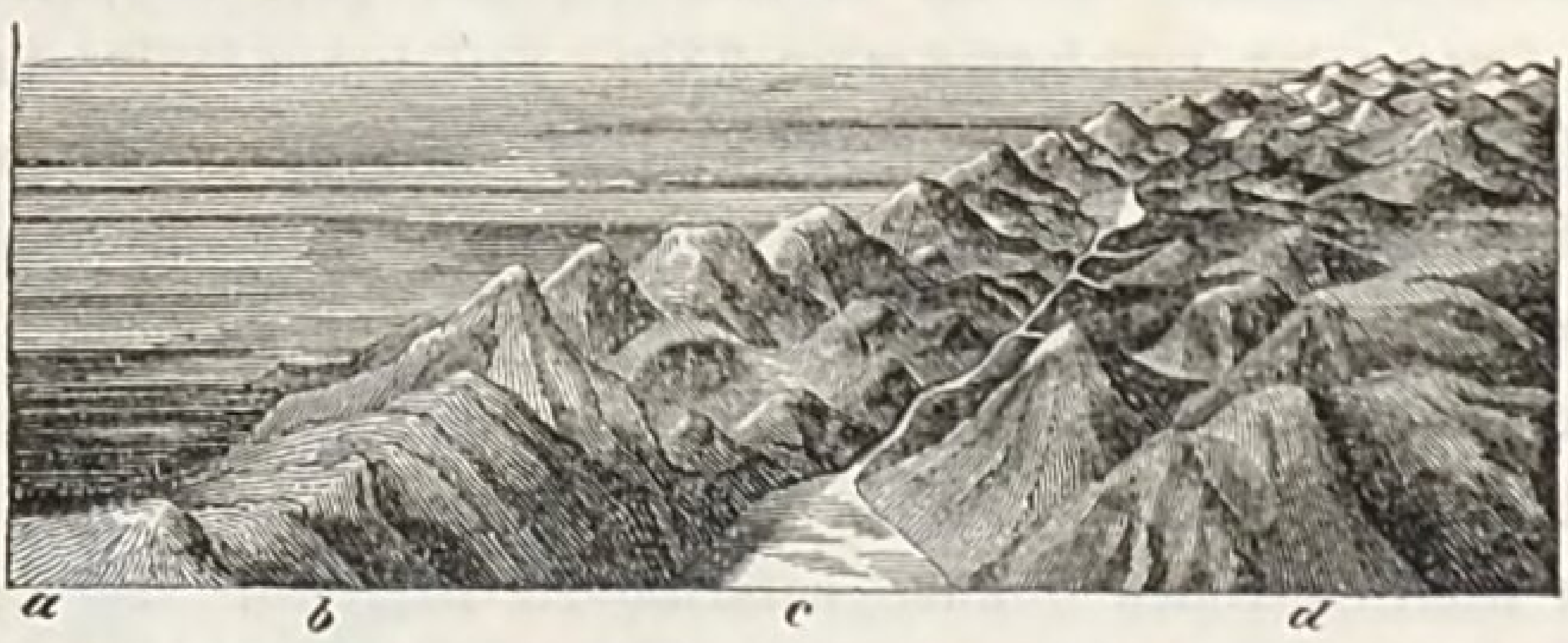


Fig. 7. Das heilige Land (aus der Vogelschau).
a Das Mittelländische Meer. — *b* Das Küstengebirge. — *c* Das Tiefthal des Jordan (Todtes Meer, See Genezareth, See Merom). — *d* Das östliche Hochland.

spiegel des benachbarten Mittelländischen Meeres, welches letztere ohne Zweifel das Land überströmen würde, wenn nicht ein Ufergebirge dieses bis jetzt noch verhinderte. Auch die Umgegend des Kaspischen Landsees und der Wasserspiegel dieses Sees selbst liegt gegenwärtig fast 100 Fuß tiefer als die Oberfläche des Schwarzen Meeres. Die Untersuchung der Bodenschichten der Länder, welche wir bewohnen, ergibt Beweise genug, daß auch diese nicht nur einmal Meeresgrund gewesen sind, sondern daß dieselben zu verschiedenen Zeiten abwechselnd vielleicht Jahrtausende hindurch erhoben und trocken waren, andere Jahrtausende aber wieder in gesunkener Lage unter dem Gewässer sich befanden.

Lage der Bodenschichten. — Die Schichten, welche auf dem Boden des Meeres sich bilden, müssen nothwendig mehr oder weniger eine ebene, wagerechte Lage (Fig. 8) annehmen. Wenn aber durch Hebungen Theile derselben emporkommen und trockenes Land werden, so muß jene ebene und wagerechte Lage eine Veränderung erleiden und in eine gekrümmte und geneigte Lage übergehen. Je bedeutender der Höhenunterschied zwischen der ursprünglichen Lage und derjenigen, welche durch die Hebung hervorgebracht, ist, um so größer muß auch die Neigung der Schichten sein. Erhebt sich der Meeresgrund an verschiedenen Stellen, so können Zerreißungen

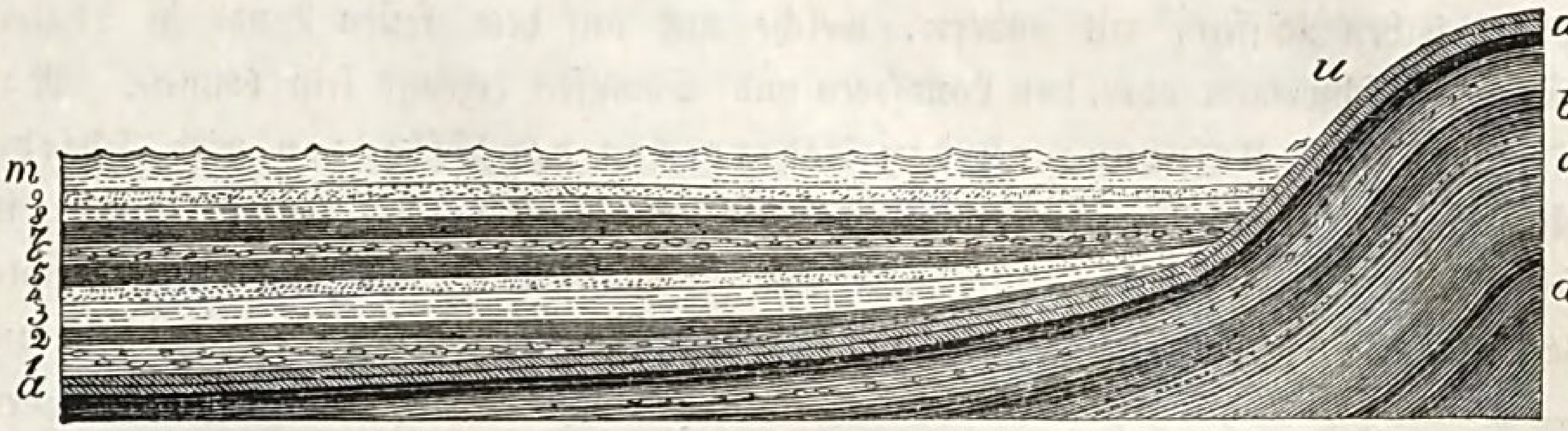


Fig. 8. Ablagerung wagerechter Schichten im Meere.
a b c d ... Schichten, welche theilweise gehoben sind und bei *u* den Boden des Ufers bilden.
1 2 3 ... Wagerechte Schichten unter dem Meere. — *m* Das Meer.

und mannigfaltige Biegungen der Schichten nicht ausbleiben. Die Bodenschichten des trockenen Landes zeigen uns Beispiele genug von den Erfolgen solcher Ereignisse. Fast nirgends liegen dieselben wagerecht, und selten hängen sie in großer Ausdehnung vollkommen zusammen, sondern schiefe, muldenförmige (Fig. 9, A B), sattelförmige Lagen und die mannigfaltigsten Faltungen, Unterbrechungen und Zerreißungen zeigen sich fast in jedem Hügel. Nicht selten aber beobachtet man, daß quer über die abgebrochenen Enden (Köpfe) gewisser Schichten (Fig. 10, a) andere Schichten in wagerechter oder schiefer Lage (Fig. 10, b) abgelagert sind. Hier bleibt kein Zweifel, daß nachdem die ersteren Schichten durch geschehene Hebungen bereits aufgerichtet und zerbrochen waren, dieselben sich abermals unter Wasserbedeckung befanden, so daß die neuen Schichten sich über alle Biegungen und Hervorragungen derselben verbreiten konnten.

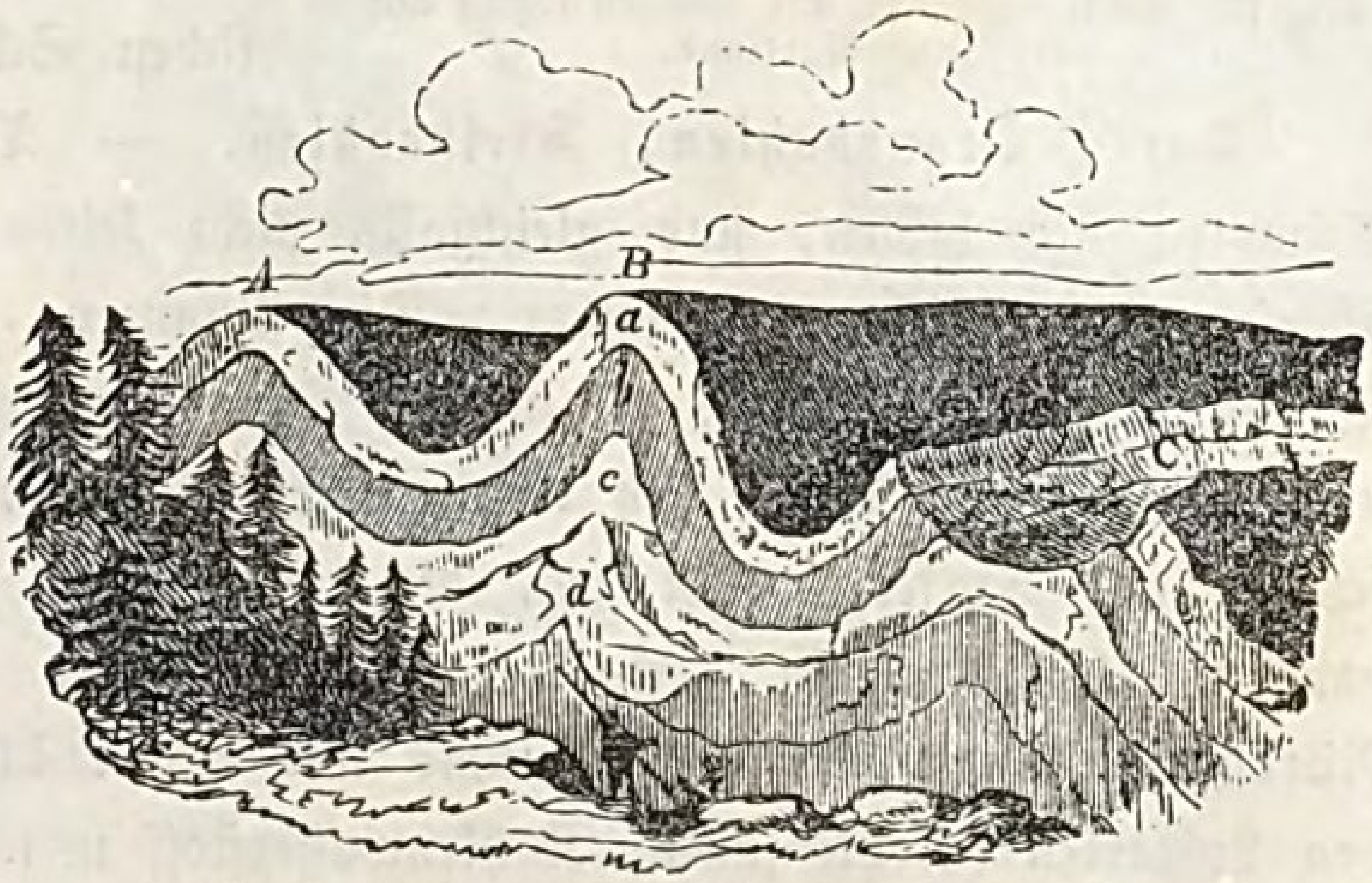


Fig. 9. Faltung der Schichten im Juragebirge.

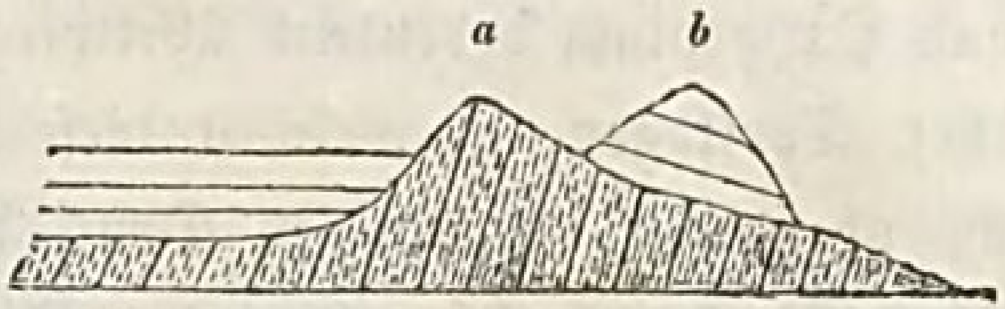


Fig. 10. Ungleichförmige Lagerung.

Verschiedenartigkeit der Schichten. — Wo man viele Schichten über einander liegend sehen kann (Fig. 9, a b c d), da beobachtet man in vielen Fällen eine Abwechslung solcher Massen, welche sich in tiefem Meere, und solcher, welche sich am Ufer

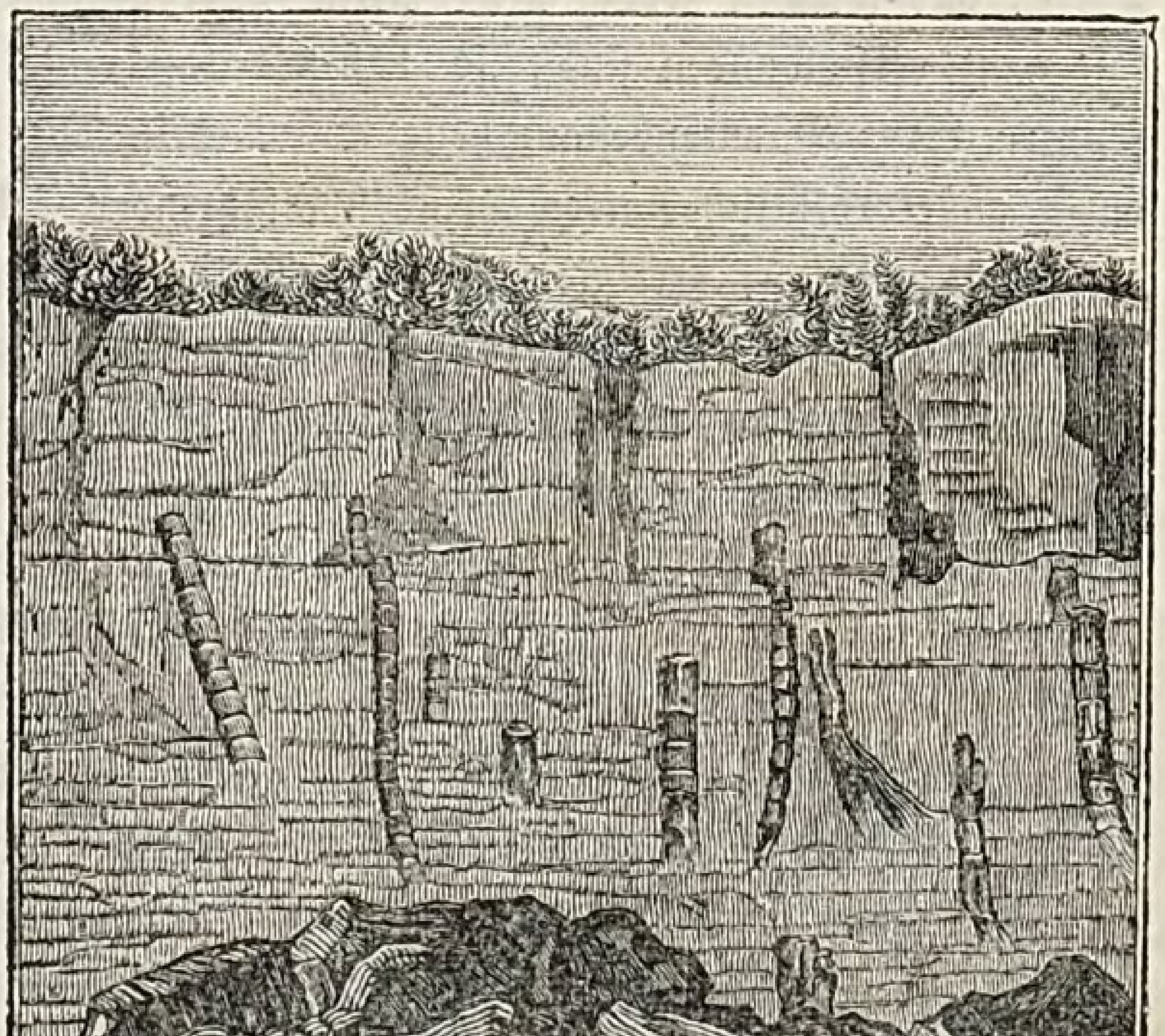


Fig. 11.
Senkrechte Baumstämme im Bergwerke von Treuil bei St. Etienne.

gebildet haben müssen, mit andern, welche nur auf dem festen Lande in Thälern zusammen geschwemmt oder von Landseeen und Sümpfen erzeugt sein können. Man erkennt diesen Ursprung an den Ueberresten der Pflanzen und Thiere, welche in den Schichten vorkommen. Bald finden sich nur Thiere, welche im offenen Meere leben, bald Küstenthiere und Seepflanzen, welche an den Ufern unter Wasser wachsen, bald Landthiere und Landpflanzen, (Fig. 11) und letztere zuweilen noch deutlich erkennbar auf dem Boden wurzelnd, in welchen sie gewachsen sind. (Fig. 12) Uferwälder, wie man sie in einigen Gegenden, durch Senkung des Bodens, schon unter dem Wasser gefunden hat, werden ohne Zweifel einst in ähnlichen Schichten begraben sein.

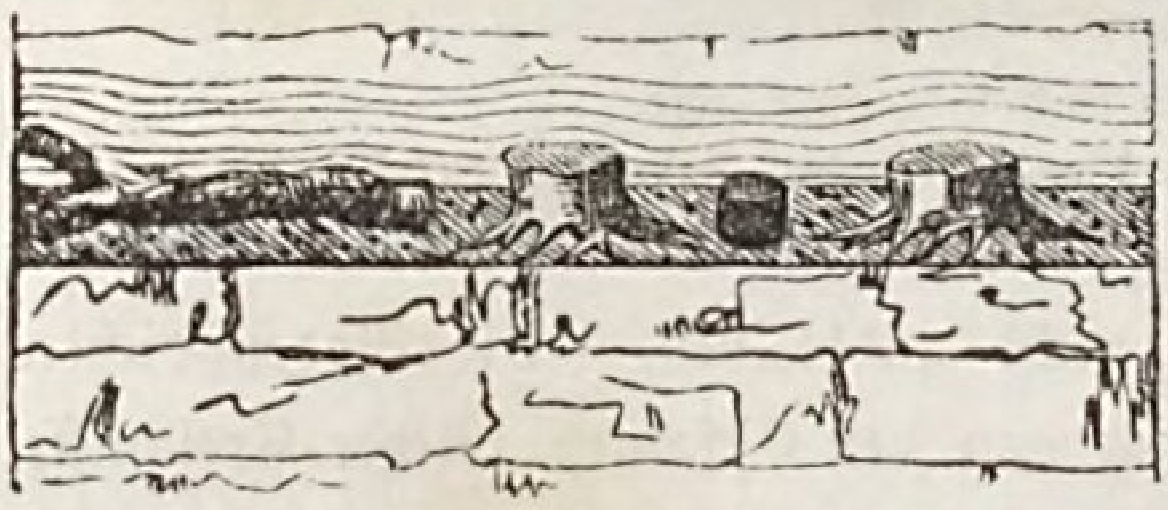


Fig. 12. Schlammschicht mit Baumwurzeln auf der Insel Portland.

Torf, Braunkohlen, Steinkohlen. — Torfschichten, wie sie in den Sümpfen sich bilden, sind gleichfalls nicht selten tief unter andern, vom Meere abgesetzten, Schichten erkennbar. Die Pflanzen, aus deren Verwesung sie entstanden sind, wie der Torf in den Sümpfen oder Mooren sich noch jetzt fortwährend erzeugt, lassen sich oft noch deutlich erkennen. Die stoffliche Zusammensetzung des Torfes weicht von der des Holzes und anderer Pflanzenstoffe nur dadurch ab, daß ein geringerer oder größerer Theil des Hydrogeniums, des Nitrogeniums und des Oxygeniums mit einem Theile des Carboniums in Gestalt von Luftarten (Kohlensäure, Kohlenwasserstoff u. s. w.) durch eine freiwillige Gährung entwichen, und in der zurückgebliebenen Masse der Kohlenstoff gegen Hydrogenium und Oxygenium bedeutend überwiegend geworden ist, woher auch die schwarze Farbe rührt. Torflager, in welchen diese Veränderung noch weiter vorgeschritten ist, und welche obendrein, durch den Druck darüber geschwemmter Erdmassen, gepreßt sind, heißen Braunkohlenlager. Die Schwarzkohlen sind ebenfalls uralte Torfe, aus welchen jedoch nicht allein Hydrogenium, Oxygenium und Nitrogenium fast ganz verschwunden sind, so daß oft fast reines Carbonium zurückgeblieben ist, sondern deren Pflanzenbestandtheile auch, theils durch die Gährung selber und theils durch außerordentlich starken Druck überlagernder Schichten, ganz zu einer scheinbar gleichartigen Masse vereinigt sind. Die meisten Pflanzen bestehen in ihrer Hauptmasse aus einer Mischung, welche man Pflanzenzellenstoff zu nennen pflegt, und welche in 100 Gewichtstheilen etwa 42 Gewichtstheile Carboniums, neben 7 Gewichtstheilen Hydrogeniums und 51 Gewichtstheilen Oxygeniums enthält. Dagegen enthält Torf, in welchem man noch deutlich Wurzeln, Bastfasern, Holz u. s. w. erkennt, in 100 Gewichtstheilen etwa nur noch 28 Gewichtstheile Oxygeniums und 5 Gewichtstheile Hydrogeniums, neben 67 Gewichtstheilen Carboniums. Gute Braunkohle besteht, in 100 Gewichtstheilen, aus etwa 78 Gewichtstheilen Carboniums, 20 Gewichtstheilen Oxygeniums und 2 Gewichtstheilen Hydrogeniums. Schwarzkohle enthält mitunter in 100 Gewichtstheilen 96 Gewichtstheile Carboniums, 3 Gewichtstheile Oxygeniums und 1 Gewichtstheil Hydrogeniums. Endlich gibt es auch Kohlenschichten, welche fast ganz aus reinem Carbonium bestehen; es sind die Anthracit- und Graphitschichten. Der Graphit hat ein fast metallisches Ansehen (man

benützt ihn zu den besten Bleistiften). — In manchen Kohlenlagern findet man Baumstämme, wie in Torfbrüchern, und in Sand- oder Thonschichten, welche zwischen der Kohle vorkommen, zahllose Abdrücke von Blättern und andern Pflanzentheilen (Fig. 13—15). Alle diese Umstände machen es zur vollkommensten Gewißheit,

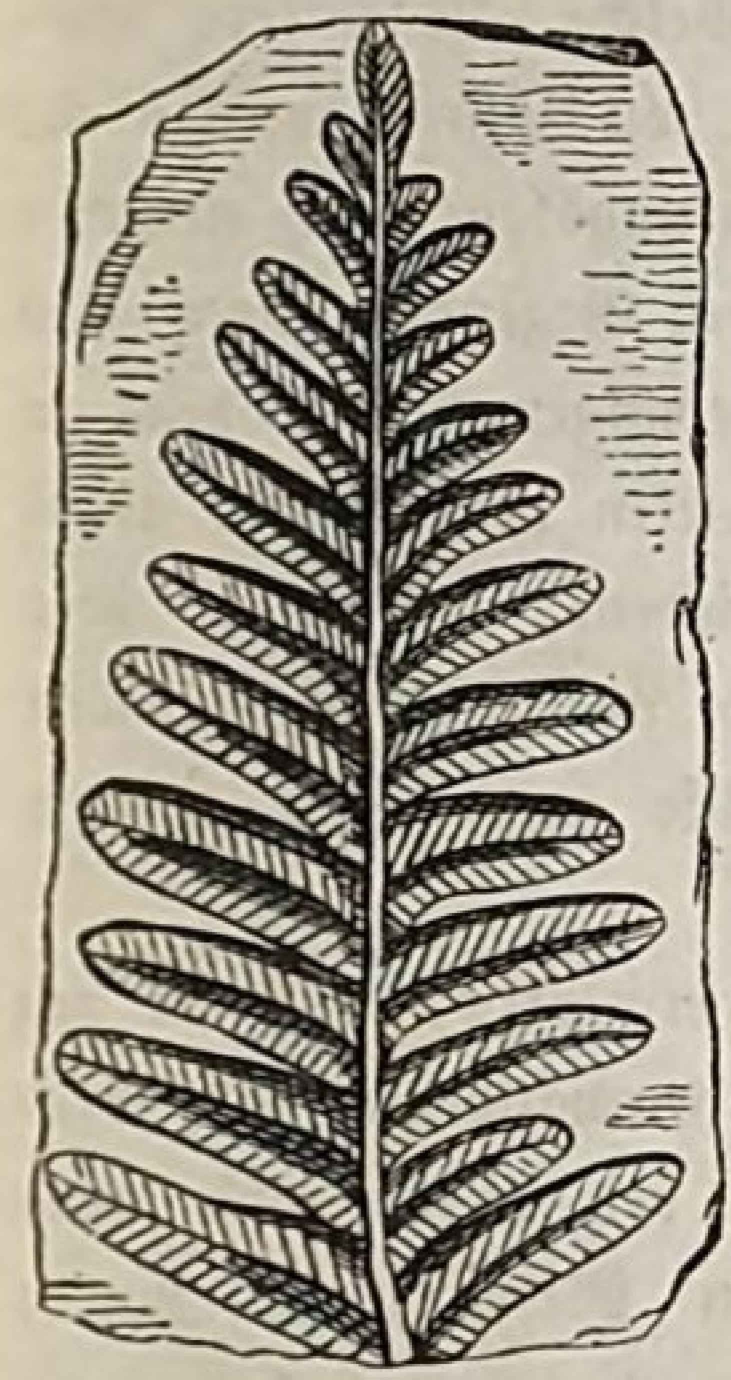


Fig. 13. Pecopteris aquilina.

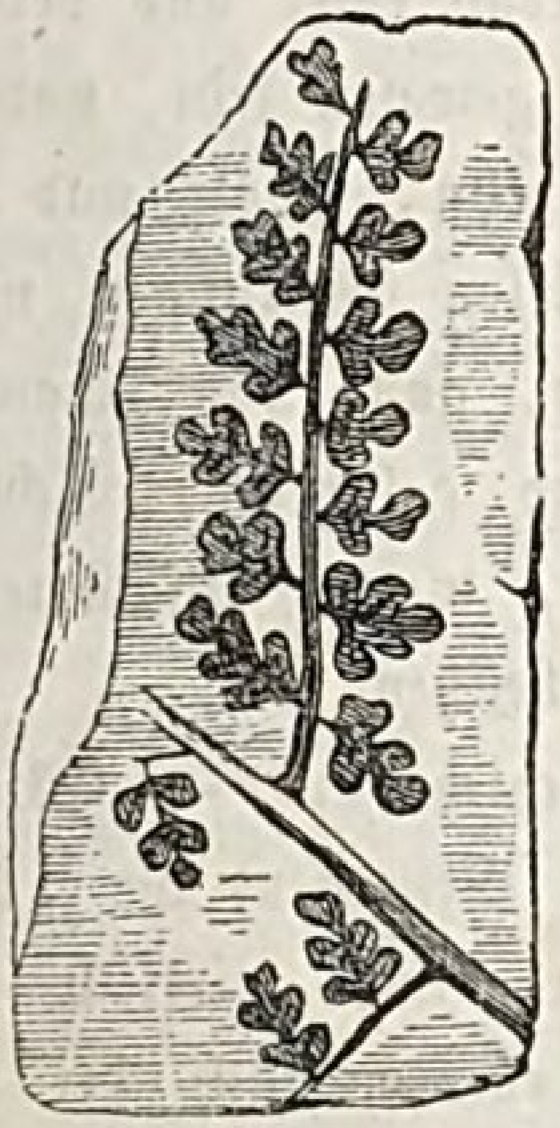


Fig. 14. Sphenopteris Hoeninghausii.



Fig. 15. Neuropteris Loshii.

daß die Braunkohlen-, Schwarzkohlen- und Steinkohlenlager als alte Torfmoore zu betrachten sind, welche meistens auf ganz festem Lande, oft in Gebirgen, entstanden, später unter das Meer getaucht und dort mit mannigfachen Erd- und Steinabsätzen überdeckt sind. Viele solche Kohlenschichten liegen noch jetzt tief unter der Oberfläche des Erdbodens. Andere sind gegenwärtig zu hohen Gegenden emporgehoben. Nicht selten wechseln Kohlenschichten mit andern im Meere gebildeten und mit den Ueberresten von Meerthieren erfüllten Schichten mehrfach, wie schon oben angedeutet wurde, und diese, sowie andere bereits oben erwähnte Verhältnisse, welche man in den verschiedensten Erdtheilen wahrnimmt, beweisen, daß alle Gegenden der Erdoberfläche zu verschiedenen Zeitperioden schon mehrfach trockene Länder gewesen und wiederum abwechselnd, mehr oder weniger tief gesunken, vom Meere überfluthet und mit neuen geschichteten Erd- und Gesteinsablagerungen überdeckt worden sind.

Alter der Bodenschichten. — Man sieht leicht ein, daß bei der Bildung vielfach abwechselnder erdiger oder steiniger Absätze auf dem Boden des Gewässers, allemal die später entstandene Schicht eine Decke über den früher niedergesetzten Schichten bilden muß. Hiernach werden wir aber auch berechtigt sein, bei den nunmehr trocken liegenden Schichten des Erdbodens diejenigen für die jüngeren zu halten, welche eine beziehungsweise höhere, diejenigen aber für die älteren zu halten, welche eine beziehungsweise tiefere Lage haben. Niemand ist im Stande, das Alter irgend einer Schicht des Erdbodens nach Jahren, Jahrhunderten, Jahrtausenden angeben zu wollen; wir können nur die Altersverhältnisse der Entstehung der Schichten unter einander vergleichen. Allerdings aber kann uns ein Vergleich mit den heutiges Tages zur Bildung geringerer oder dickerer Schichten verschiedener Bodenarten erforderlichen Zeiten, insbesondere auch ein Ver-

gleich mit der Dauer, welche günstigen Falles nöthig ist, um eine gewisse Masse Kohlenstoffes in einem Torfmoore abzulagern, einen ungefähren Maßstab darbieten, um zu sagen, welche Zeit und Dauer mindestens zur Bildung dieser oder jener Schichten (z. B. von Steinkohlen) oder gar Schichtenreihen erforderlich war. Eine solche Berechnung führt uns auf Zeiträume, welche alle unsere Vorstellungen überschreiten. Viele Hunderttausende, ja Millionen von Jahren müssen zur Entstehung gewisser Reihen während einer und derselben Senkungslage nach einander abgesetzter Schichten erforderlich gewesen sein, und in manchen Gegenden kann man unzweifelhaft nachweisen, daß zehn, zwölf und mehr Erhebungen des Bodens zu trocknem Lande mit eben so vielen Senkungen unter die Tiefen des Meeres abgewechselt haben, indem so viele, ganz von einander verschiedene, und mehr oder weniger von einander abweichend gelagerte, Schichtenreihen oder Formationen über einander gefunden werden, welche zusammen eine Dicke von vielen tausend Fußen, ja von mehren Meilen besitzen.

Verbreitung der Bodenschichten. — Es läßt sich erwarten, daß an den Ufern des Meeres (und anderer Gewässer) die jüngsten Formationen des Erdbodens zu finden sein werden, und wirklich ist dieses bei vielen und ausgedehnten Küstenländern, aber ebenso auch bei vielen vom Meere jetzt weit entfernten Gegenden der Fall, welche ganz das Ansehen haben, als habe das Wasser sich kaum erst von denselben verlaufen. Holland, das ganze norddeutsche Tiefland und ein großer Theil Rußlands bis zum kaspischen See ist ohne Zweifel noch Meeresgrund gewesen, als andere Länderstrecken schon lange Jahrtausende hindurch trocken lagen. Ueber alle diese Länder finden sich zahllose Steinblöcke, sogenannte „verirrte oder erratische" Blöcke, auf der Oberfläche und in den Schichten des Bodens zerstreut, welche ohne Zweifel einst mit schwimmenden Eisschollen auf dem Meere von den Gebirgen der das Eismeer umgebenden Länder weit daher geführt worden und auf den Grund gesunken sind. Aber auch in einem großen Theile der Schweiz sind in ähnlicher Weise ganz neue Formationen verbreitet. — Irrthümlich würde es sein, wenn man vermuthen wollte, die jüngsten Formationen ruheten allemal auf den nächst älteren und diese seien demnach auch nächst ihnen dem jetzigen Meere am meisten angenähert. Es ist dieses durchaus nicht der Fall, was sehr erklärlich erscheinen muß, da auch das Gestade und der Untergrund des jetzigen Meeres in vielen Gegenden keineswegs aus jüngst vom Wasser gebildeten Schichten besteht, sondern vielmehr aus viel älteren, ja oft aus den ältesten Formationen, welche vielleicht während der Bildung vieler anderer Formationen trocken lagen und somit von solchen unbedeckt blieben. Aehnliche Verhältnisse werden gewiß auch während der Ablagerung früherer Formationen stattgefunden haben. Indessen gibt es doch Länder, welche seit außerordentlich langen Zeiträumen sich ganz allmählig und stetig mehr und mehr gehoben zu haben scheinen, und in deren am Frühesten trocken gewordenen und nunmehr am Höchsten gelegenen Theilen man die Schichten der ältesten Formationen antrifft, während man zum Hügellande und zur Ebene hinabsteigend und dem Meere sich nähernd der Reihe nach regelmäßig jüngere und immer neuere Formationen vorfindet, deren Grenzen

noch die ehemaligen Uferlinien bezeichnen, wie das jetzige Meeresufer die Grenze der unter dem Wasser gegenwärtig sich absetzenden Schichten ist.

Allmählige Umänderung der Beschaffenheit der Schichten. Vergleicht man die Beschaffenheit der Schichten, welche sich so eben erst im Meere abgelagert haben, mit den, dem Hauptstoffe und der wahrscheinlichen Bildungsweise nach entsprechenden, Schichten älterer und ältester Formationen, so nimmt man sehr bedeutende Verschiedenheiten wahr, welche hauptsächlich darin bestehen, daß die Dichtigkeit und Festigkeit der Schichten, je nach ihrem Alter, außerordentlich viel größer ist, als bei den neugebildeten, und daß man in denselben mehr und mehr eigenthümliche und mannigfaltige Mineralstoffe erkennt, während in den neueren Ablagerungen eine große Einförmigkeit der ganzen Massen zu herrschen scheint. Diese Verschiedenheiten sind so mannigfaltig, zugleich aber so regelmäßig, daß man, bei genauerer Kenntniß, im Stande ist, nach dem bloßen Ansehen das ungefähre Altersverhältniß jeder Schicht zu andern Formationen zu errathen. Die älteren und ältesten Formationen bestehen theilweise oder ganz aus Stoffen, welche so, wie sie jetzt sind, keinenfalls vom Wasser abgesetzt sein können, während sie doch auch wieder in ihrer regelmäßigen Lagerung und in den Ueberresten von Seethieren, welche sie enthalten, einen sicheren Beweis einer solchen Entstehung liefern. Dieser Umstand und scheinbare Widerspruch, welchen man schon lange in Betrachtung gezogen hat, veranlaßte früher Viele zu der Behauptung, daß das Meer, und somit das Wasser, einst eine andere Beschaffenheit und andere Eigenschaften gehabt habe, als jetzt, eine Behauptung, deren Unzulässigkeit heutigen Tages kaum eine Erwähnung fordert. Auch bedürfen wir zur Erklärung der erwähnten Verschiedenheiten, durch welche ältere Formationen von jüngeren abweichen, jener abenteuerlichen Ausflucht nicht. Dieselbe würde auch, selbst wenn sie gültig sein könnte, zur Erklärung der vorliegenden Verhältnisse nicht einmal hinreichen; denn ausnahmsweise gibt es in gewissen Gegenden Ablagerungen sehr alter Formationen, welche in ihrer Beschaffenheit noch gänzlich den Absätzen des jetzigen Meeres gleichen, während andererseits die Schichten sehr neuer Formationen in anderen Gegenden so sehr den ältesten Ablagerungen, wie diese in der Regel gefunden zu werden pflegen, in ihrer Beschaffenheit gleichen, daß man sie lange mit solchen verwechseln konnte. Vielmehr genügt es, an den ungeheuren Druck zu denken, welchen mehr und mehr sich anhäufende Erdschichten auf die tiefer darunterliegenden Massen ausüben mußten und an die Pressung, welche nicht allein die, über den ältesten Formationen meilendick liegenden, jüngeren Formationen, sondern auch, bei einer neuen Herabsenkung derselben unter das Meer, die ungeheure, in vielen Gegenden mehre tausend Klafter hohe Wassermasse selbst veranlaßte und zum Theil noch fortwährend veranlaßt. Die durch solche Pressung mit einander in die innigste Berührung gebrachten Stofftheilchen konnten, unter dem Einflusse der, bei der Verdichtung entwickelten, höheren Wärme, die mannigfaltigsten neuen Mischungen eingehen, und gleichartige Theilchen konnten sich unter einander vereinigen und dadurch als wahrnehmbare Mineralkörper ausscheiden, wenn sie zuvor nur in unsichtbaren Stäubchen der ganzen Ablagerung beigemengt waren. Der lockere erdige Kalkstein, wie derselbe sich in ungebildeten Formationen findet, verwandelt

sich in älteren Formationen zu einer dichten, splittrigen Felsart und in den ältesten in krystallinischen Marmor. Der anfangs weiche Schlamm wird zu bildsamem Thone, dann zu verhärtetem Schieferthone und endlich zu hartem, festem Thonschiefer. Die chemische Untersuchung findet in allen diesen verschiedenartigen Gesteinen ganz dieselben Hauptstoffe, welche jenen Schlamm bilden. Der mit thonigem und kalkigem Schlamme vermengte Sand wird zum festesten Sandsteine und Kieselfelsen. Die angehäuften Geschiebe und Gerölle erhärten mit dem erdigen Schlamme, welcher die Zwischenräume der Steinchen und Blöcke ausfüllt, wie mit einem Mörtel, und werden zur Nagelfluh und Grauwacke. Wie die Pflanzenstoffe im Torfe sich in Braunkohle, Schwarzkohle und Graphit umwandeln, ist schon erwähnt. — Ein allgemeines Beispiel von Ausscheidungen eigenthümlicher Mineralien bietet das Schwefeleisen dar, welches durch chemische Untersuchungen im neugebildeten Thonschlamme, in welchem das Auge keine Spur desselben zu entdecken vermag, als fein und allgemein vertheilt nachgewiesen wird, während es im bildsamen Thone wenig älterer Formationen sich in Knollen und im Schieferthone und Thonschiefer in krystallinischen Partien stellenweise vereinigt zeigt. In der Mineralogie wird von der Entstehung der wichtigsten Mineralstoffe, welche in den Felsschichten, besonders älterer Formationen, gefunden werden und von diesen zum Theil die ganze Hauptmasse bilden, näher die Rede sein. Hier genüge es, noch darauf hinzudeuten, daß auch der Gneus und der Granit, sowie andere Felsarten, aus welchen die ältesten Formationen der Erdkruste, soweit wir dieselbe kennen, zu bestehen pflegen, ganz dieselben Grundstoffe und ganz in ähnlichen Mengenverhältnissen enthalten, wie gewisse noch täglich neu sich im Wasser absetzende Schichten; nur die Verbindungen, zu welchen diese Grundstoffe mit einander gemischt sind, haben sich ganz umgeändert und erneuert und sind nicht mehr die Zersetzungs- und Verwitterungsüberbleibsel, als welche sie in neugebildeten Formationen vorkommen. Mannigfaltige Mineralstoffe pflegen den Felsarten der älteren und ältesten Formationen in geringen Mengen, oft nur pünktchen- oder adernweise, beigemengt zu sein, von welchen in jüngeren Formationen noch weit wenigere oder gar keine Spuren zu finden sind. Viele derselben sind ohne Zweifel in neugebildeten Schichten in äußerst feiner, und daher selbst der Wahrnehmung durch chemische Untersuchung sich entziehender, Vertheilung vorhanden, da sie im Wasser aufgelöst gefunden sind. Ja selbst solche Stoffe, welche man im Wasser noch nie aufgefunden hat, können dennoch aus diesem mit abgesetzt sein, wie die Quellen eisenhaltigen Wassers beweisen, in deren Wasser man selten eine Beimischung von Arsenik hat entdecken können, während doch das aus demselben abgesetzte Eisen stets eine, freilich äußerst geringe, Spur davon beigemengt enthält. — Aber es können sich innerhalb der Felsmasse einer Schicht auch solche Stoffe finden, welche wirklich weder ursprünglich in derselben vorhanden waren, noch auch aus den darin vorhandenen Grundstoffen allein sich erzeugen konnten. Dieselben können nämlich gar wohl durch eingedrungenes Wasser, welches dieselben enthielt, hereingeführt und nachträglich darin abgesetzt sein. Wir wissen, daß selbst die festesten Metalle nicht undurchdringlich für das Wasser sind. Wir wissen, daß Wasser, in einer Röhre eingeschlossen, einen außerordentlich starken

Druck auf den Boden derselben ausübt, um so gewaltiger, je länger das Gefäß. Wir wissen, daß Wasser unter solchen Verhältnissen durch die festeste Steinmasse sich selber hindurchpreßt, und daß es in den Poren derselben Stoffe absetzt, welche es aufgelöst enthielt, sowie es dagegen andere, unter geringerem Drucke nicht in Wasser auflösliche, Stoffe aus denselben auslaugt und mit sich fortführt. Unser Erdboden ist in Folge der Hebungen und Senkungen und der damit verbundenen Berstungen und Zerreißungen der Felsschichten, reich an Klüften und Spalten, welche oft mit einander in Verbindung stehen und nicht selten eine ungeheure Tiefe zu haben scheinen. Solche Klüfte und Spalten, deren es ohne Zweifel auch unter dem Meeresgrunde gibt, füllen sich mit dem von der Oberfläche eindringenden Wasser und müssen dann dieselben Wirkungen veranlassen, welche, wie erwähnt, das in langen Röhren eingeschlossene Wasser hervorzubringen vermag. Die am Fuße von Gebirgen hervorsprudelnden, an aufgelösten Mineralstoffen reichen, sogenannten Mineralquellen sind sichere Beweise eines solchen Vorganges in der Natur. Denn dieselben enthalten sehr allgemein aufgelöste Stoffe, welche das Wasser, ohne einem ungeheuren Drucke unterworfen zu sein, nie aufzulösen vermöchte, und sie setzen solche Stoffe daher auch nicht selten ganz in der Nähe ihres Ausflusses aus der Erde in Menge ab. Auch in den tiefsten Bergwerken springt aus jeder Kluft, welche der Bergmann antrifft, Wasser in reichlicher Menge hervor, sowie die festesten Felsen in der Tiefe mehr und mehr davon durchdrungen sind und es als Dunst aushauchen oder in Tröpfchen ausschwitzen. Die Klüfte und Spalten der Gesteine sind in der Tiefe, durch Absätze aus solchen Gewässern, häufig theilweise an den Wandungen bekleidet oder völlig ausgefüllt mit Mineralstoffen, welche das Wasser in den höher liegenden Schichten, die es durchdrang, ausgelaugt hatte. Viele nutzbare Mineralien und besonders die Erze unedler und edler Metalle sind durch solche Einführung in dergleichen Klüften und Spalten, welche der Bergmann „Gänge" nennt, angesammelt (Fig. 16). — Unter dem Meere dringt jedenfalls das Wasser mit der Gewalt eines ungeheuren Druckes in die Erde ein und es erfüllt sicher alle unter denselben befindlichen Klüfte und Spalten. Aus solchen Tiefen kann das Wasser nicht durch Quellen abfließen, sondern es ist nicht anders denkbar, als daß dasselbe weiter und immer weiter abwärts einzudringen strebt, sei es durch tiefergehende Risse und Schründe, sei es durch gewaltsame Durchdringung der Felsmassen selbst. Die weitere Verfolgung des Wassers auf diesem Wege führt uns zu Wirkungen, welche den Kreis der stets einander entgegenwirkenden und ausgleichenden Erscheinungen, in der Gestaltung und Umgestaltung unserer Erdoberfläche, schließen und uns die Erklärung von Vorgängen, welche bislang nur als Thatsachen erwähnt wurden, zu liefern im Stande sind.

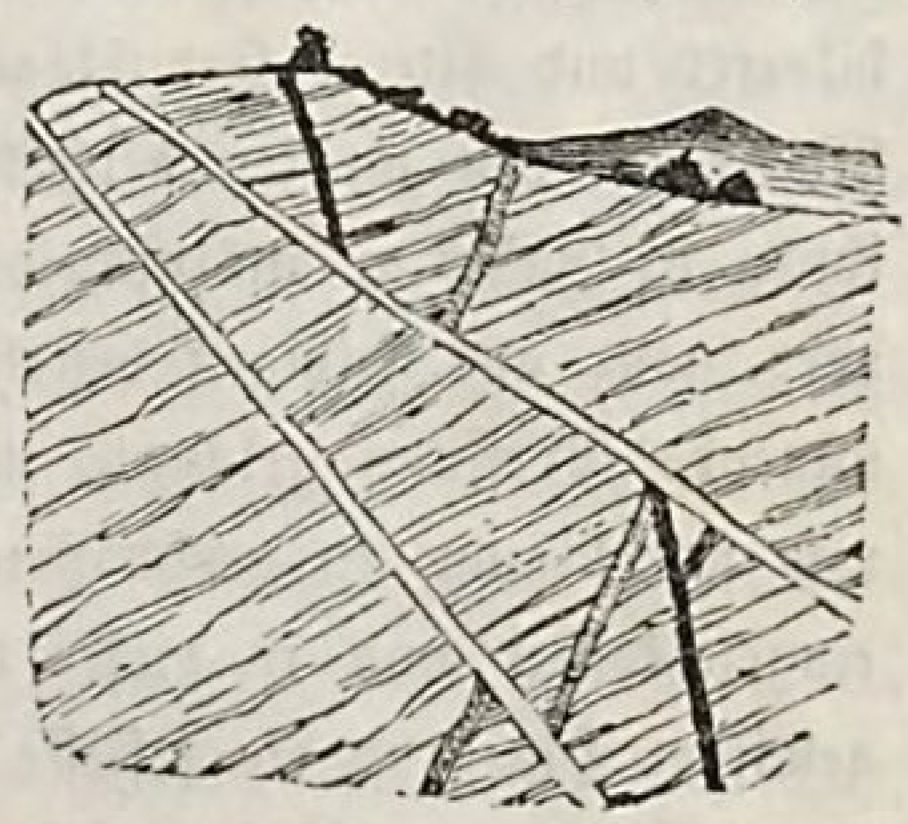


Fig 16. Gänge, im Durchschnitte eines Berges dargestellt.

Vulkanismus.

Man bezeichnet mit dem Ausdrucke Vulkanismus alle die Wirkungen, welche das Innere der Erde auf die Beschaffenheit und Form der Oberfläche derselben ausübt, und welche sich in den Vulkanen (oder sogenannten „feuerspeienden" Bergen) in der kräftigsten und unmittelbarsten Weise äußern.

Zufolge einer allgemeinen Eigenschaft aller Stoffe, welche wir kennen, haben jedenfalls die in eine große Tiefe gerathenen, und in dieser, durch darüber abgelagerte Erdschichten, sowie durch die Last der Gewässer selbst, stark zusammengepreßten und erhitzten Massen der Erde das stärkste Bestreben, dem Drucke entgegen zu wirken und ihren früheren, undichteren Zustand wieder anzunehmen. Man pflegt daher zu sagen, dieselben seien in mehr oder minder starker Spannung begriffen. Da nun bei gleicher Pressung und Verdichtung die einen Stoffe eine geringere, andere eine größere Wärmemenge entwickeln, so kann es nicht anders sein, als daß die durch ihre eigene Verdichtung minder erwärmten Stoffe sich durch die größere Wärme anderer, mit ihnen vermengter, Stoffe stärker erhitzen und dadurch eine Spannkraft erhalten, welche den auf sie ausgeübten Druck früher oder später zu überwinden vermag. Wir sehen also hierin eine Ursache, welcher zufolge die tieferen Massen der Erdkruste sich auszudehnen und somit Anschwellungen der Oberfläche zu bewirken fähig sind. Wir wissen aber, daß die Körper, welche sich in dampfförmigem oder gasartigem Zustande befinden, durch die Erhöhung ihrer Temperatur in einem ungleich höheren Grade das Streben nach Ausdehnung bekommen, als flüssige oder feste, und die jetzt überall verbreiteten Dampfmaschinen, sowie besonders die nicht selten bei solchen vorkommenden Unglücksfälle der Zersprengung dicker schmiedeeiserner Dampfkessel durch die in ihnen eingeschlossenen erhitzten Dämpfe, geben uns einen Begriff von der Gewalt, mit welcher die Dämpfe sich auszudehnen und sich Raum zu verschaffen vermögen. Viele Mineralstoffe neugebildeter und älterer Erdablagerungen enthalten Wasser in ihrer Mischung. Es bedarf bei den meisten derselben nur eines gewissen Wärmegrades, um dasselbe aus ihnen in Gasform auszuscheiden. Sobald eine, mit derartigen Mineralstoffen erfüllte oder ganz aus selbigen bestehende Schicht in eine genügende Tiefe und unter genügende Pressung gelangt, wird das Wasser das Bestreben haben, zu entweichen und sich Raum zu verschaffen. Wasserhaltige Mineralien in eine hohle Eisenkugel eingeschlossen und in dieser der Glühhitze ausgesetzt, zersprengen endlich bei einem gewissen Hitzegrad die festeste Kugel. Wir begreifen hieraus, mit welch einer Gewalt ganze Schichtenreihen, welche aus solchen Mineralien bestehen, sich auszudehnen und sich Raum zu verschaffen streben müssen. Außer dem vielen, in der Mischung von Mineralstoffen in verdichtetem Zustande enthaltenen Wasser ist aber selbst in den scheinbar trockenen Erdschichten eine mehr oder minder große Menge von Wasser unmerklich beigemengt enthalten. So sind auch in völlig erhärtetem und ausgetrocknetem Thone noch 18 Gewichtsprocente an Wasser enthalten, welche erst durch Glühhitze gänzlich ausgetrieben werden. Der schon veränderte Schieferthon älterer Formationen enthält nur noch 8 oder 6 Gewichtsprocente an Wasser; derselbe befand sich also ohne Zweifel schon in Lagen, in welchen er die übrigen 10 oder

12 Wasserprocente verlieren mußte, und ein gleicher Schluß wird erlaubt sein bei dem gänzlich wasserleeren Thonschiefer. Welch ungeheure Wirkungen muß die Gewalt dieses Wassers, wenn es in der Tiefe der Erde hohen Wärmegraden ausgesetzt wurde, hervorgerufen haben!

Schon aus dem Gesagten erklärt sich das fortwährende allmählige Auf- und Niederwogen der Erdoberfläche, welches im Verlaufe der Jahrtausende stattfindet und stets stattgefunden zu haben scheint. Gesunkene und in dieser Tieflage mit immer sich mehrenden Lasten überlagerte Erdschichten müssen wieder emporsteigen, sobald die in ihnen entwickelte Spannung die Gewalt des Druckes überwindet, und müssen von Neuem niedersinken, sobald die Spannung durch Abkühlung und durch Entweichung der Gase nachläßt.

Die an der Oberfläche nur locker zusammengehäuften Massen haben in der Tiefe ihre Zwischenräume verloren und vermögen, an die Oberfläche zurückgekehrt, den früheren Flächenraum nicht mehr zu erfüllen. Daher die zahllosen Risse, Spalten und Klüfte.

Das in den Rissen, Spalten und Klüften niederströmende oder niederträufelnde Wasser wird schon in tieferen Bergwerken erwärmt gefunden. Quellen, welche aus dem Innern hoher Gebirge hervorsprudeln, sind siedend heiß und nicht selten unter donnerndem Getöse von dichten Dampfmassen begleitet, welche sich Raum zu verschaffen suchten. Viele Gewässer gelangen aber in der Erde in eine solche Tiefe, daß dieselben weder in einem Thale, noch auf dem tiefsten Meeresgrunde als Quellen hervorbrechen können. Solche Gewässer müssen die heftigsten Dampfentwicklungen veranlassen, wenn sie in Tiefen gelangen, in welchen ein hoher Temperaturgrad herrscht. Ohne genügenden Ausweg aus dem Schoße der Erde, üben die entwickelten Dämpfe die gewaltsamsten Wirkungen auf die obern Erdmassen aus, heben dieselben stoßweise empor, um zu entweichen, lassen dieselben dann wieder sinken und wiederholen die Hebung, sobald sie sich wieder in genügender Menge angesammelt und die nöthige Spannung erlangt haben, oft mit rasch auf einander folgenden Stößen. Man kennt diese Wirkungen unterirdisch entwickelter Dämpfe unter dem Namen von Erderschütterungen oder Erdbeben. Diese haben mitunter nur eine geringe Verbreitung; dagegen hat man andere Erderschütterungen über große Theile der Erde verspürt. Bald, und zwar ohne entsprechendes Verhältniß zur Ausdehnung der Bewegungen, üben dieselben nur geringe Einflüsse auf die Form und den Zustand der Oberfläche aus, bald aber verwüsten dieselben ganze Gegenden, der Boden zerreißt (Fig. 17 u. 18),

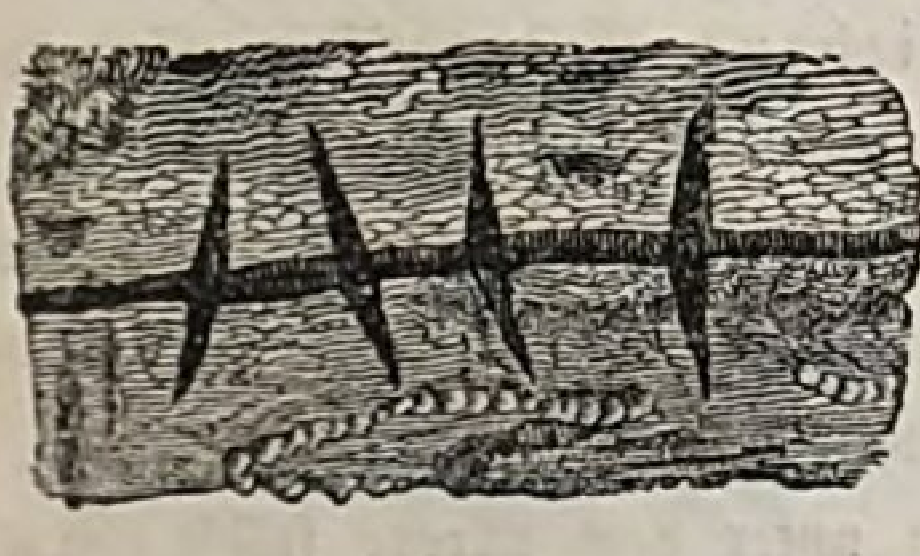


Fig. 17.



Fig. 18.

Durch Erdbeben gebildete Spalten.

Theile desselben senken sich, andere werden emporgehoben (Fig. 19—21) und selbst umgestürzt (Fig. 22 u. 23). Die plötzlichsten und stärksten Erhebungen des Bodens,

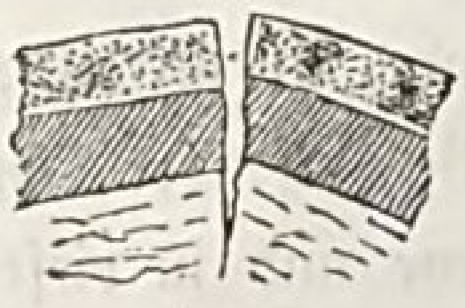


Fig. 19.

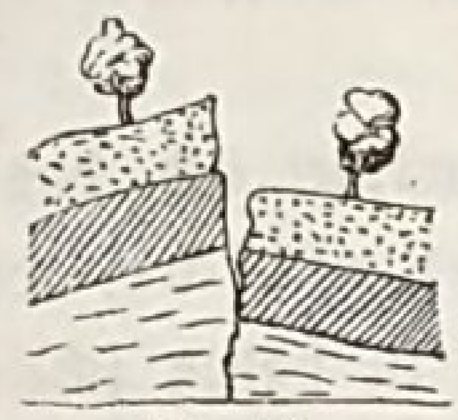


Fig. 20.

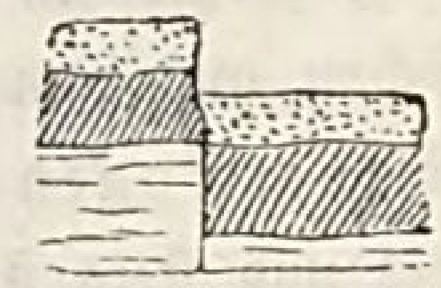


Fig. 21.

Hebung und Verrückung von Schichten durch Erdbeben.

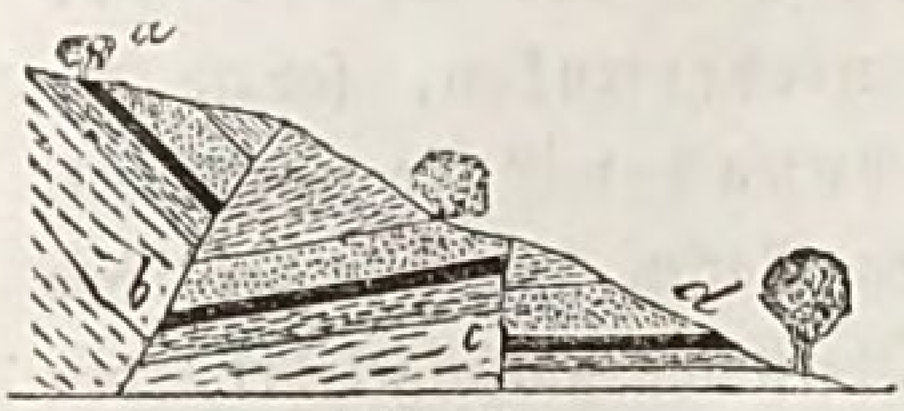


Fig. 22.

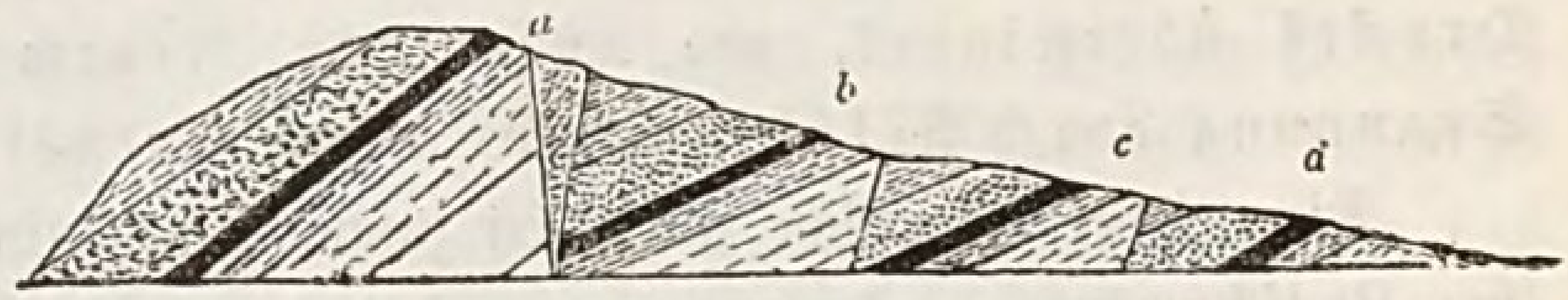


Fig. 23.

Zerüttung der Schichtenlage durch »Rücken (Verrückungen) oder Wechsel« in Folge von Erdbeben.

von welchen vorhin die Rede war, die von Südamerika und von Indien, waren von heftigen Erdbeben begleitet. Wo die Dämpfe durch Zerreißung der Felsdecke, welche ihre Ausdehnung hinderte, sich einen Ausweg bahnen, da strömen dieselben mit furchtbarem Getöse hervor, und nicht selten reißen sie mit sich glühend heiße, mit siedendem Wasser durchmengte und geschmolzene steinige Massen, welche man Laven nennt, und welche um die Ausbruchöffnung sich verbreiten und dort erstarren, oder siedend heißen erdigen Schlamm (Fig. 24), oder Felsblöcke,



Fig. 24. Schlammvulkane (Salsen) von Karthagena im Staate Neugranada in Südamerika.

Steinbrocken und staubartig fein zerriebene Erdmassen (sogenannte Aschen) in unbeschreiblicher Menge. Die Lava und die Dämpfe glühen oft mit rothem Wiederscheine, besonders bei Nacht, weßhalb man geglaubt hat, Flammen hervorbrechen zu sehen. Die Beschaffenheit der Dämpfe, die denselben beigemengten Gase und festen Stoffe beweisen in vielen Fällen, daß es Meerwasser war, aus welchem dieselben sich gebildet haben. Auch finden unter dem Meere selbst (Fig. 25 u. 26) und an den Küsten desselben, auf Inseln (Fig. 27 u. 28) und Festländern



Fig. 25 Der Vulkan Sabrina, welcher sich im Jahre 1811 als Insel in der Azorengruppe erhob und 1812 wieder verschwand.

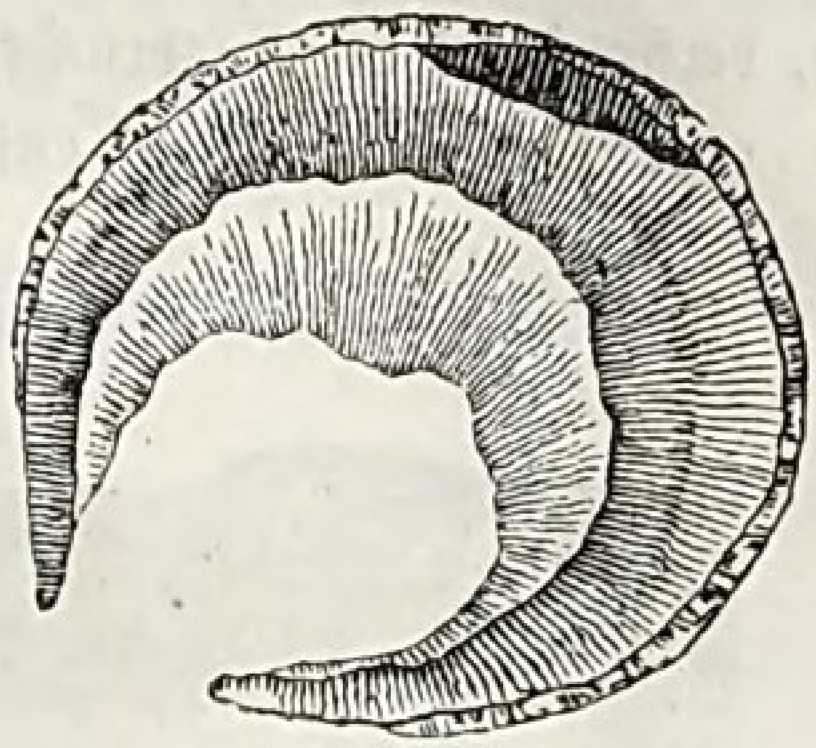


Fig. 26. Grundriß der Insel Sabrina.

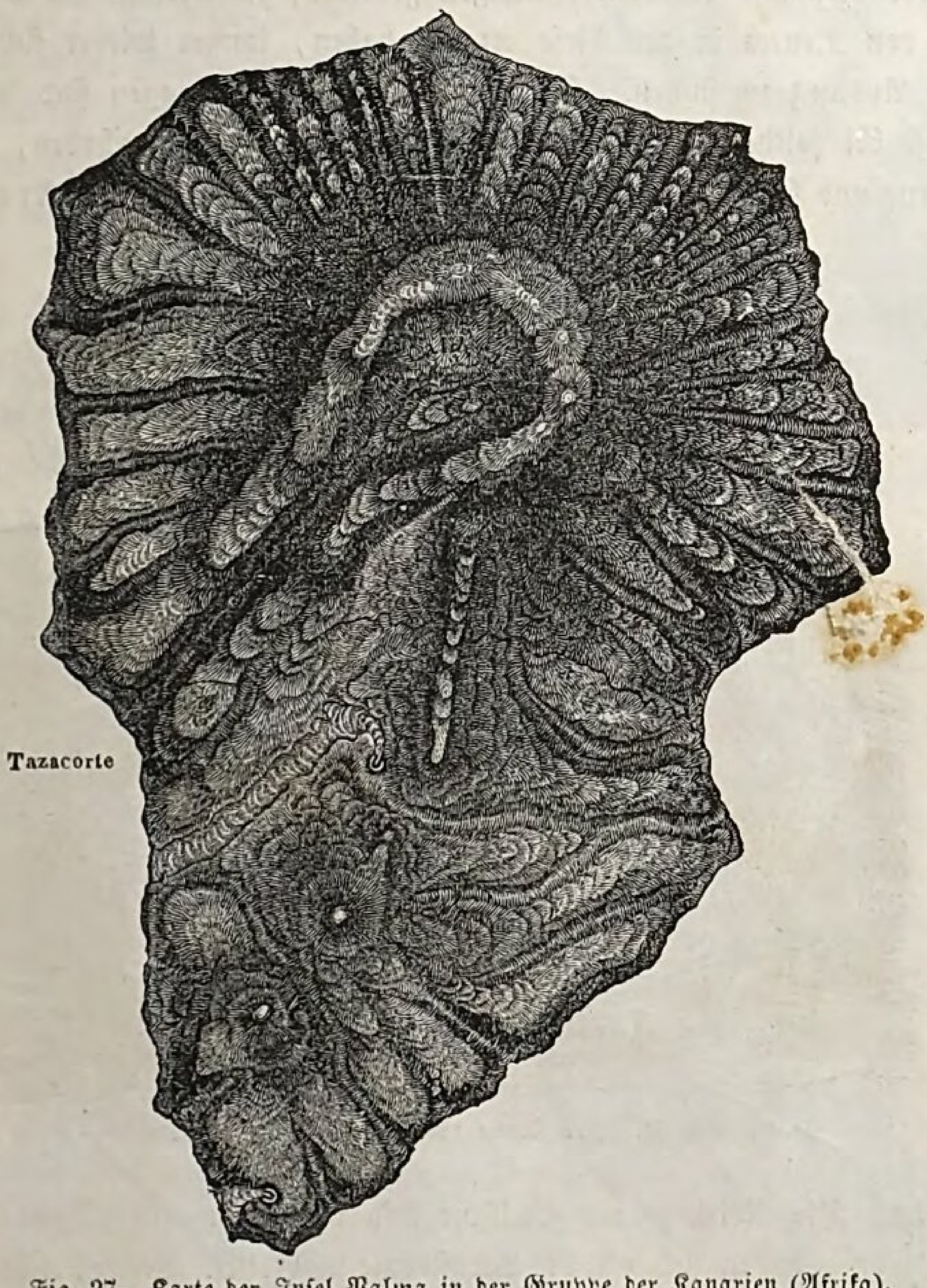


Fig. 27. Karte der Insel Palma in der Gruppe der Kanarien (Afrika).



Fig. 28. Ansicht der Insel Palma.

(Fig. 29) vorzugsweise Ausbrüche statt. Nachdem die Dämpfe, welche in der Luft oft furchtbare Wolken bilden und selbst Gewitter in sich erzeugen, sich entleert haben, verstopft sich die Ausbruchöffnung gewöhnlich mit zurücksinkenden und erstarrenden Lava- oder Schlammmassen (Fig. 30). Doch haben sich an vielen Punkten der



Fig. 29.
Der Vesuv bei Neapel (aus der Vogelschau).



Fig. 30. Vulkanische Kanäle (Dykes).

Erdoberfläche derartige Ausbruchöffnungen gebildet, zu welchen die Dämpfe, so oft sich solche von Neuem in der Tiefe erzeugt haben, immer wieder sich wenden, um dort ihren Ausweg zu suchen. Dergleichen Ausbruchöffnungen sind die Vulkane. Meistens ist bei solchen die Erdoberfläche zu einem Berge erhoben, dessen Gipfel eine zerrissrne und senkrecht hinabgehende Oeffnung hat, welche der Krater (Fig. 31)

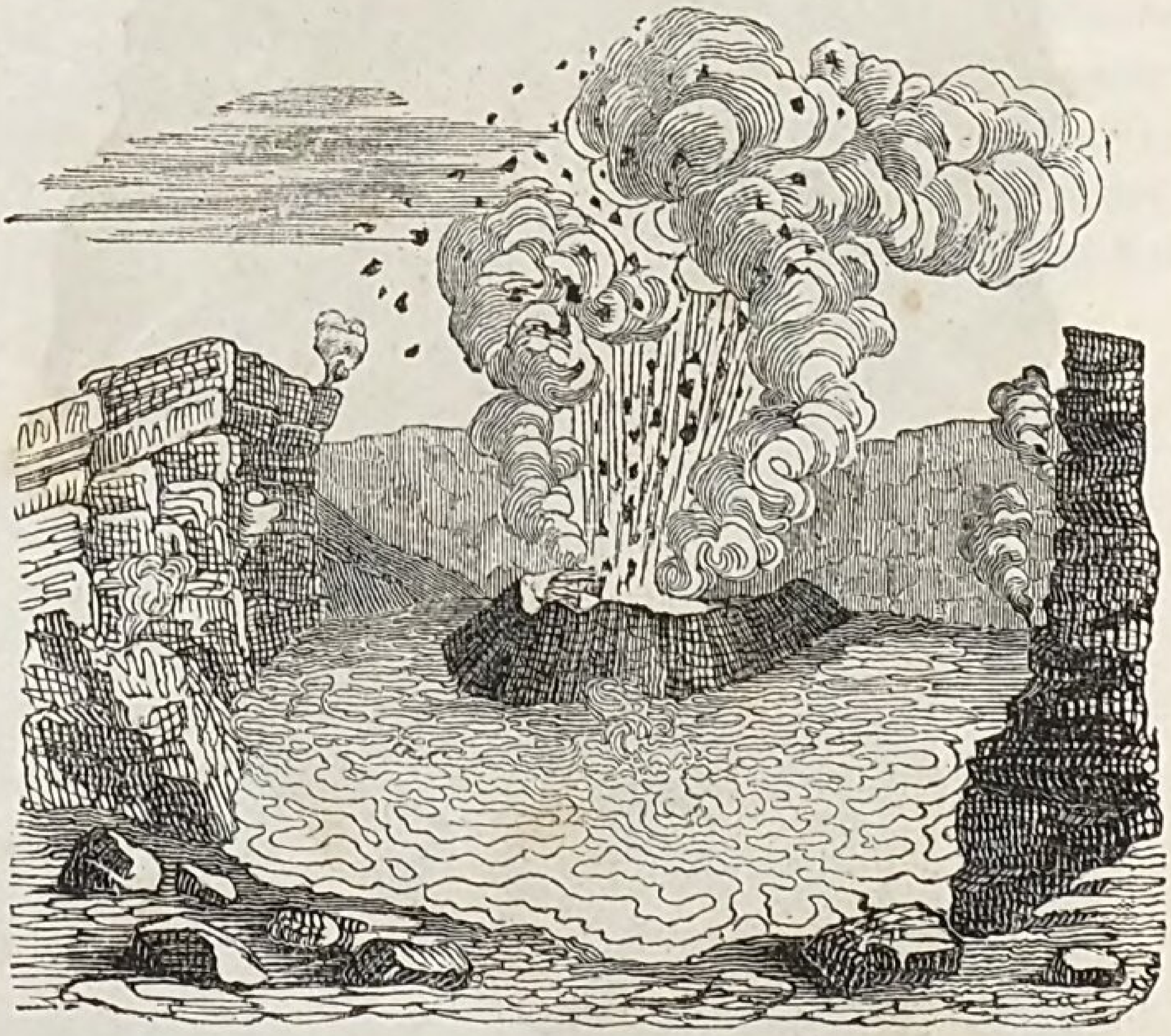


Fig 31. Der Krater des Vesuv im Jahre 1829.

genannt wird. Die Abhänge der Vulkane sind mit Lava und „Asche" bedeckt, und bis in die Ebene haben sich oft die Lavaströme verbreitet. Blöcke, schlackige Massen, Gerölle und aschenähnlicher Staub bedecken die Gegend oft Meilen weit umher. Jahrtausende lang haben sich in manchen Vulkanen keine Ausbrüche ereignet (Fig. 32); vielleicht waren die Zugänge des Wassers zu den mit ihnen in Verbindung stehenden Theilen des Erdinnern verstopft und wurden erst allmählig wieder geöffnet.



Fig. 32. Der Vesuv zu Strabo's Zeiten.

Die Menge der Vulkane auf der Erde ist außerordentlich groß. Nur wenige zwar kennt man in Europa, welche oft wiederholte Ausbrüche hatten, aber ganz Italien (Fig. 33) und die ganze Gegend des griechischen Inselmeeres (Fig. 34 u. 35)



Fig. 33. Der Aetna auf Sicilien.

sind eben so reich an mannigfaltigen vulkanischen Erscheinungen, als das an der Oberfläche großentheils mit ewigem Eise bedeckte Island (Fig. 36). Groß ist die Zahl der Vulkane in Amerika (Fig. 37), Asien (Fig. 38) und auf den Inseln des großen Oceans. Alle diese Vulkane werden vielleicht mit der Zeit aufhören, Ausbrüche zu haben, wenn nämlich durch Hebung der Gegenden, in welchen sie sich befinden, das Meer aus ihrer Nähe verschwunden sein wird. Zu einer solchen Vermuthung berechtigt uns die Beobachtung zahlloser ehemaliger Vulkane, welche großentheils



Fig. 34. Karte der Inselgruppe von Santorin (Kraterrand eines untermeerischen Vulkanes).

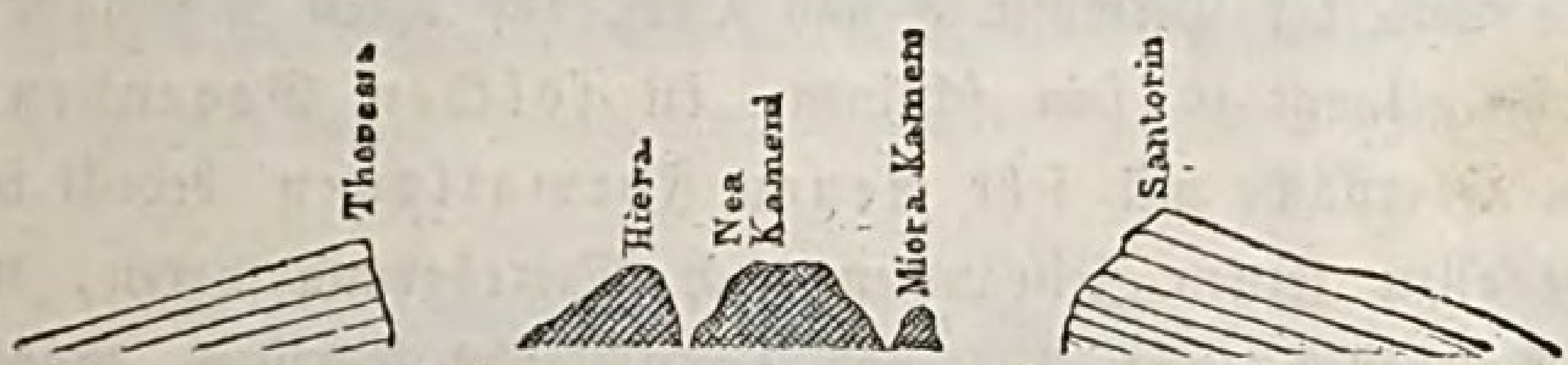


Fig. 35. Durchschnitt der Inselgruppe von Santorin (Griechenland).

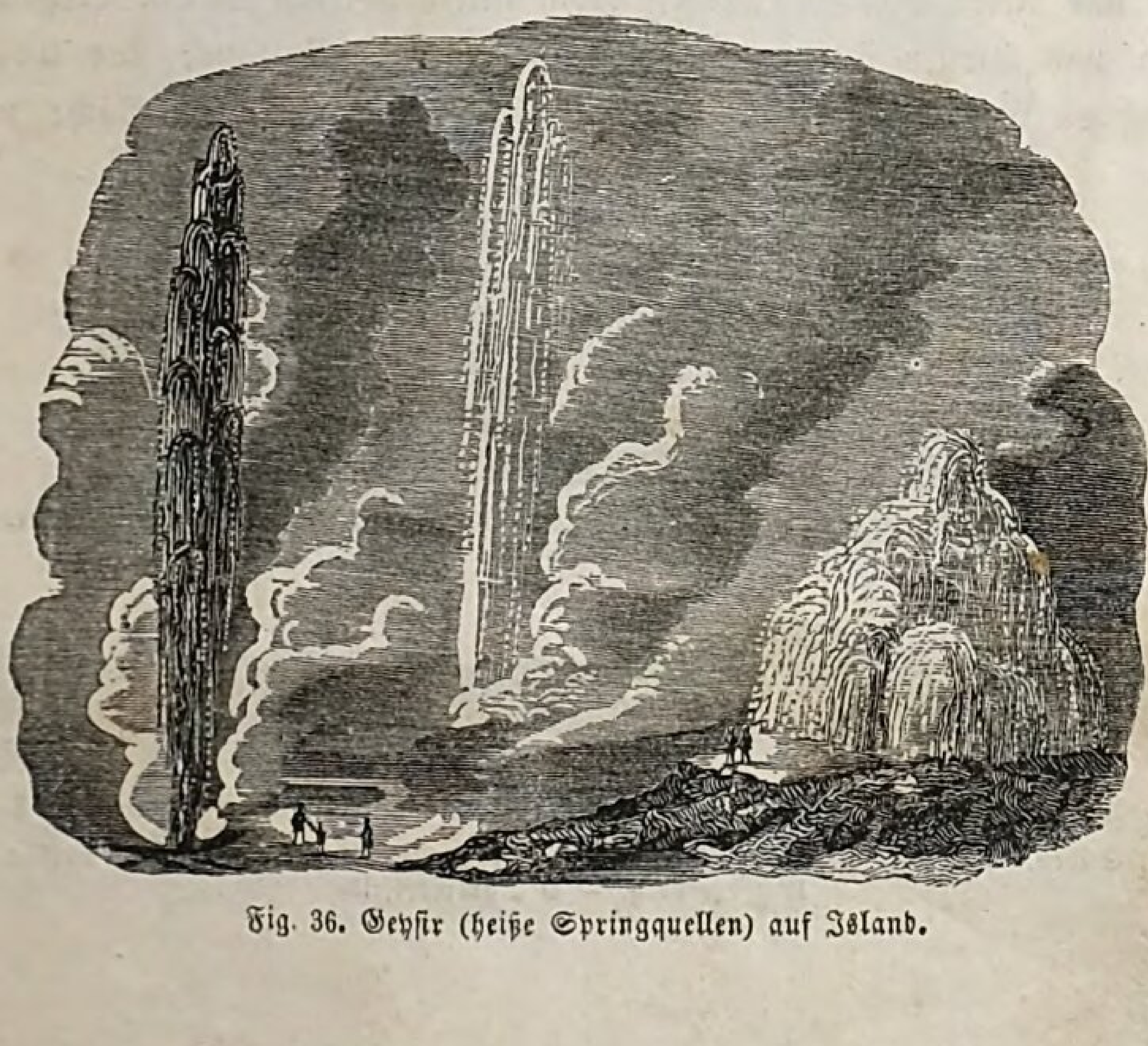


Fig. 36. Geysir (heiße Springquellen) auf Island.

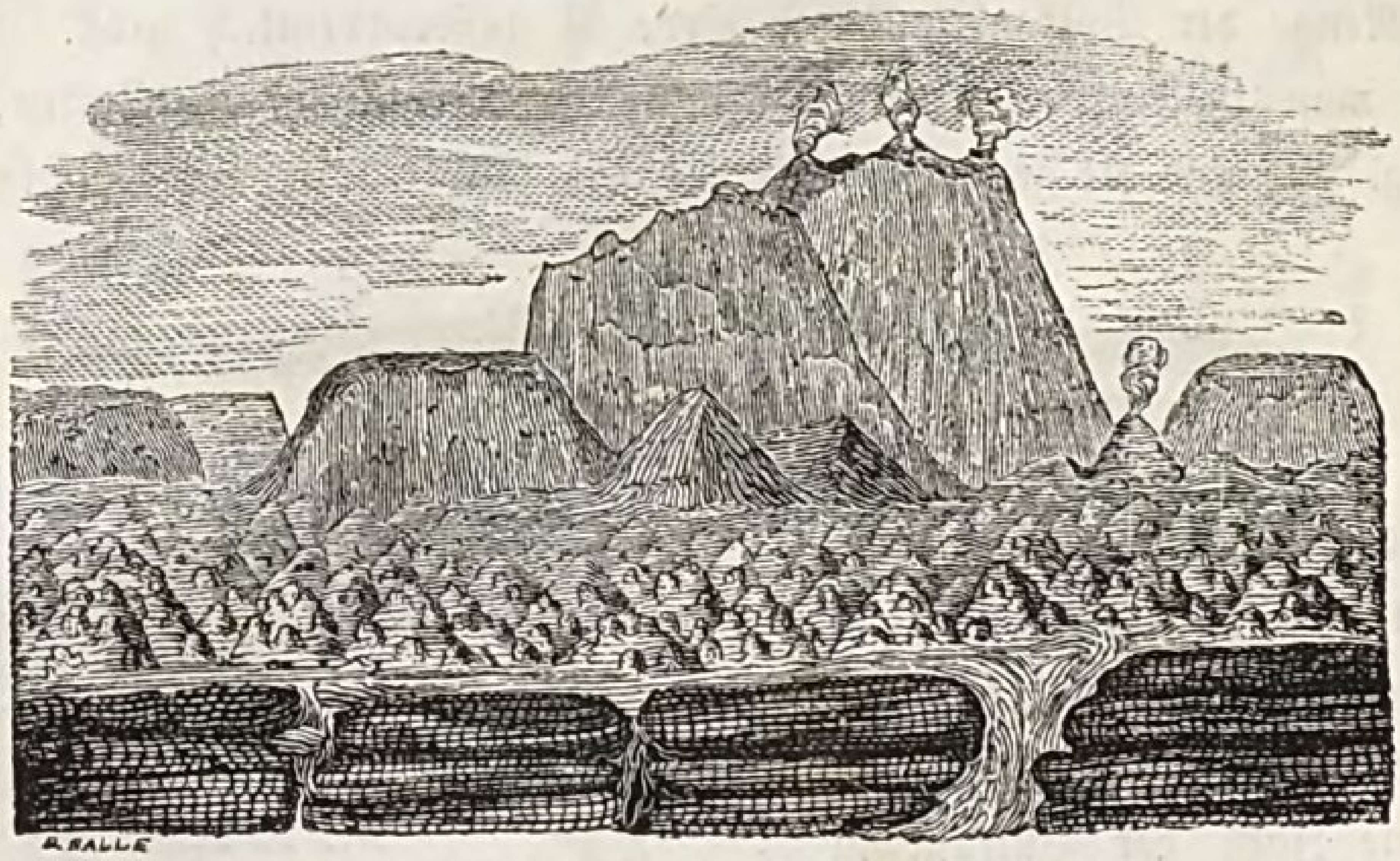


Fig. 37. Der Vulkan Jorullo (sprich chorulljo) in Mexiko (Amerika).

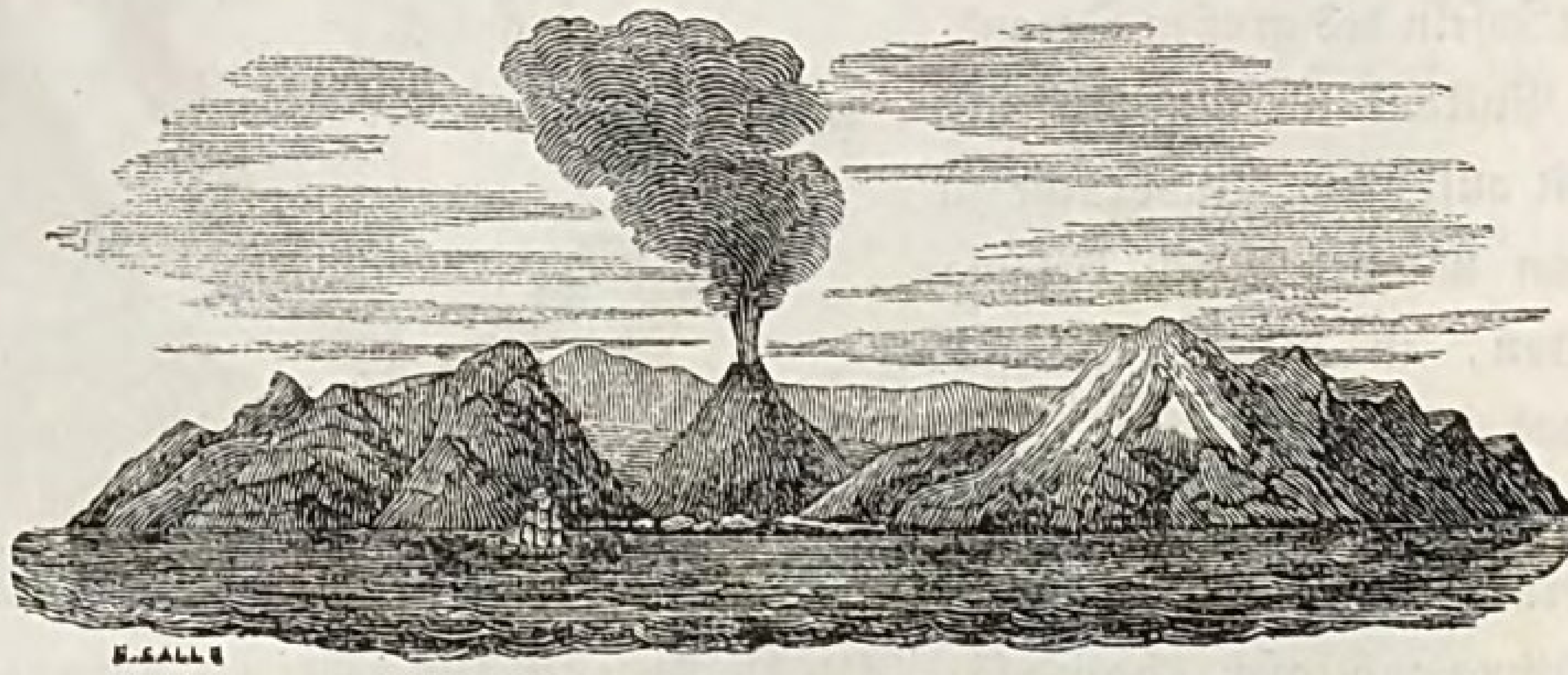


Fig. 38. Ansicht des Inselvulkanes Barren im Bengalischen Meerbusen (Asien).

noch ganz das Bild der Verwüstung und Oede auf ihren Abhängen darbieten und kaum zur Ruhe gelangt zu sein scheinen, in solchen Gegenden des trockenen Landes, deren Oberfläche mit sehr neuen Formationen bedeckt ist, und welche also vor nicht allzu fernen Zeiträumen noch Meeresgrund waren, wie im Innern Frankreichs (Auvergne) (Fig. 39) und Deutschlands (Hessen, Böhmen u. s. w.) (Fig. 40) und vieler anderer Länder. Noch ältere voreinst in den Bildungsperioden der älteren und ältesten Formationen thätig gewesene Vulkane, sind wohl großentheils durch die Verwitterung und theilweise Zerstörung ihrer Oberfläche und Gestalt



Fig. 39. Ansicht von einem Theile der vulkanischen Bergkette des Puy in Frankreich.



Fig. 40. Ansicht von einem Theile des phonolithischen und basaltischen Rhöngebirges in Deutschland.
N S Norden, Süden. — B Biberstein. — M Milseburg. — P E Pferdskoppe, Eube (ein vulkanischer Krater). E′ Ebersberg. — D Dammersfeld.

mehr oder weniger unkenntlich geworden. Doch läßt der Mangel einer regelmäßigen Schichtung, sowie das Fehlen von thierischen und pflanzlichen Ueberresten in den Felsmassen vieler Berge vermuthen, daß letztere aus Lava bestehen. Die Beschaffenheit der Felsart und der Mangel an Versteinerungen sind nicht immer ein sicheres Erkennungsmerkmal für die vulkanische Natur von Bergen, da auch die Lavagesteine sich mit der Zeit mehr oder weniger verändern, und da auch in den im Wasser gebildeten ältesten Formationen von Thieren und Pflanzen oft keine Spuren übrig geblieben sind. Doch ist man ganz entschieden jetzt allgemein der Ansicht, daß die Basalte (Fig. 41 u. 42), Trachyte (Fig. 43) und Phonolithe oder Klingsteine (Fig. 40),

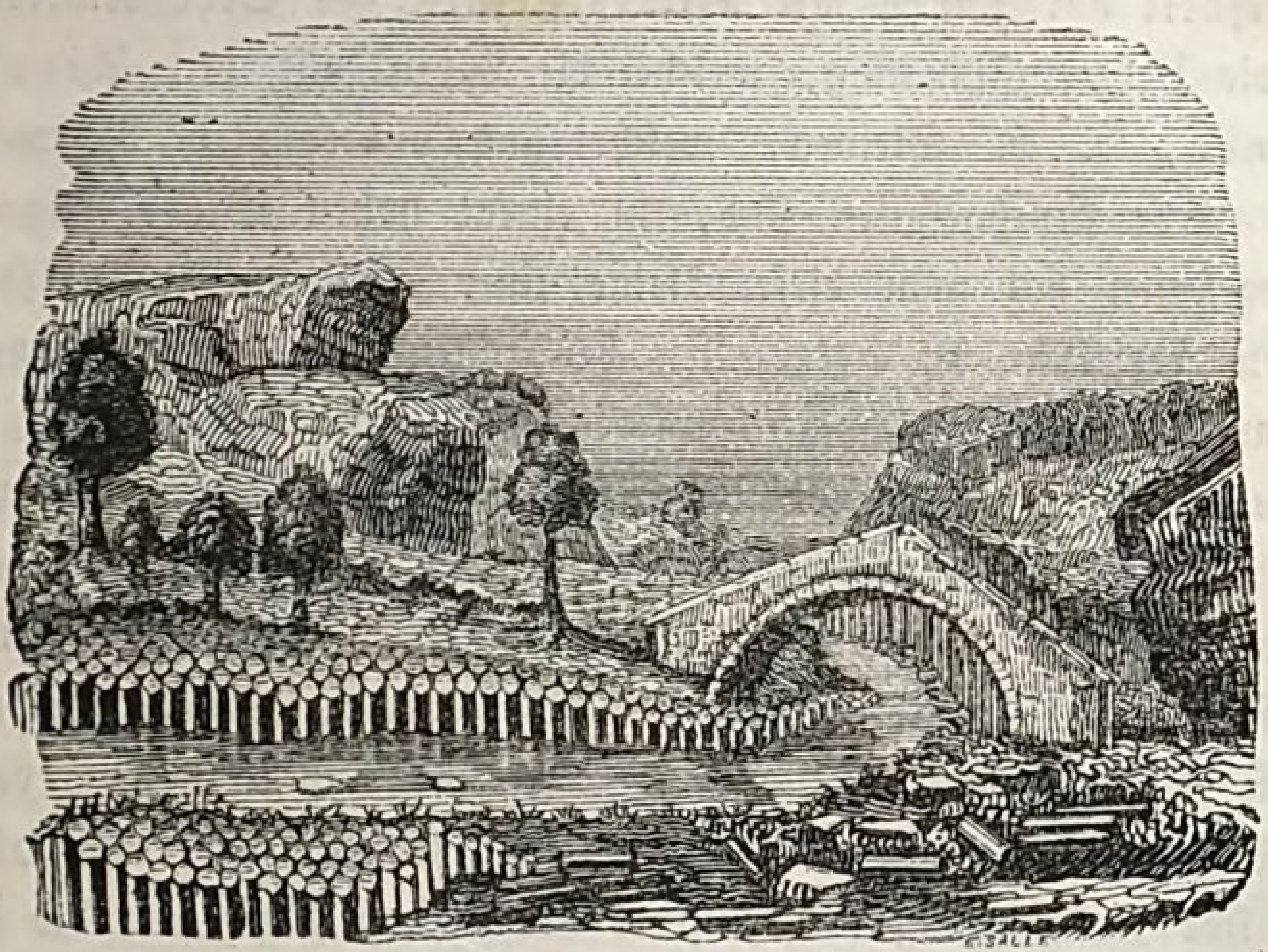


Fig 41. Der säulenförmige Basaltdamm am Flusse Volant im Departement des Ardeche (Frankreich).



Fig. 42. Die Fingalshöhle auf der Insel Staffa (Schottland) in Basaltfelsen.



Fig. 43. Ansicht des (trachytischen und basaltischen) Siebengebirges bei Bonn am Rhein.
N S Norden, Süden. — D Drachenfels. — G Godesberg. — F Petersberg. — S Stenzelberg mit großem Trachytsteinbruche. — W Wolkenburg.

sowie manche diesen verwandte Felsarten, Laven sind, deren Beschaffenheit sich hauptsächlich unter dem Einflusse des in dieselben eingedrungenen Wassers mehr oder weniger verändert haben mag. — So mancherlei Verschiedenheiten übrigens auch die Laven verschiedener Ausbrüche eines und desselben Vulkanes, noch mehr aber oft die Laven verschiedener Vulkane bei genauerer Untersuchung zeigen, so haben doch alle vielerlei höchst auffallende Uebereinstimmungen. Gewisse Mineralien bilden, fast ohne Ausnahme, die Hauptbestandtheile oder charakteristische Nebenbestandtheile derselben in mehr oder minder feinkörnigem Gemenge, besonders Pyroxen, Amphibol, Labrador, Albit Chrysolith, und Spuren von mancherlei Metallen, vorzüglich von Eisen.

Aehnlichkeit der Laven mit Meteorsteinen. — Sehr bemerkenswerth und wichtig ist die Uebereinstimmung, welche die Laven mit den Aerolithen oder Meteorsteinen, d. h. Steinen, welche aus unbekannten Räumen durch die Luft auf die Erde herabgefallen sind, in einem hohen Grade zeigen. Erst seit wenigen Jahrzehnten hat man diese Steine einer größeren Aufmerksamkeit gewürdigt und viele derselben im Herabfallen beobachtet. Die ausgezeichnetsten Naturforscher vermuthen einen Zusammenhang zwischen der Natur dieser Steinmassen, deren manche eine sehr bedeutende Größe haben, mit den sogenannten Sternschuppen, d. h. Sternen, welche sich mit großer Schnelligkeit am Himmel fortbewegen und scheinbar niederfallen. Ist auch dieses Niederfallen in den meisten Fällen eben so sehr eine Täuschung, wie das scheinbare Niedersinken der untergehenden Sonne in das Meer, so hat man doch Gründe, der Ansicht zu sein, daß die Sternschuppen wirklich oft bei Nacht oder bei Tage zur Erde fallen, und daß die Meteorsteine eben solche Ankömmlinge auf unserer Erde seien. Man hält die Sternschuppen für äußerst kleine Weltkörper, wie unsere Erde und die Sterne solche in großem Maßstabe sind. War vielleicht unsere Erde ursprünglich von ähnlicher Beschaffenheit, wie die Meteorsteine? — Diese Frage erscheint nicht als ganz ungereimt, wenn wir bedenken, daß die Laven, welche ohne Zweifel aus großer Tiefe, vielleicht unterhalb der ältesten, jemals vom Meere abgelagerten Formationen, heraufkommen, und welche aus diesem Grunde eine so große Gleichartigkeit, bei oft außerordentlich weit entfernten Ausbruchsöffnungen, besitzen mögen, mit den Meteorsteinen so wichtige Aehnlichkeiten haben. Auch fehlen in beiderlei Felsarten keine der wichtigeren Grundstoffe der auf der Erde am Allgemeinsten verbreiteten Mineralien; in den Laven ist, bis auf die selteneren und überhaupt nur äußerst wenig vorkommenden, die Mehrzahl der bekannten Grundstoffe bereits aufgefunden worden, und selbst die geringen Meteorsteinbruchstückchen, welche man bis jetzt untersucht hat, ergaben schon Spuren von mehr als einem Drittheile derselben Grundstoffe.

Veränderungen in der Pflanzen- und Thierwelt.

Einstweilen müssen wir uns begnügen, zu wissen, daß die Oberfläche der Erde seit außerordentlich langen Zeiträumen die vielfachsten Veränderungen und stets sich wiederholende Umbildungen erlitten hat. Diese Veränderungen und Umbildungen beschränkten sich nicht bloß auf die leblose Natur und das Reich der Steine,

sondern nicht minder wichtig sind diejenigen, welche im Reiche der Pflanzen und Thiere sich ereignet haben. Während wir in den neuerdings vom Meere abgesetzten Erdschichten Ueberreste derselben Thiere und Pflanzen finden, welche heutigen Tages im Meere wachsen und leben, oder vom Lande durch die Ströme hineingeschwemmt werden, zeigen sich meistens schon in den neuesten Formationen, welche jetzt Theile des trockenen Landes bilden, manche Geschöpfe, welche in den zunächst benachbarten Meeren und Landgegenden nicht gefunden werden, und gewisse andere dagegen fehlen in den Ablagerungen, welche man mit Häufigkeit zu finden erwarten möchte. — Durch die Veränderung der Oberflächengestalt, durch die Veränderung der Verhältnisse zwischen Land und Wasser wird das Klima einer Gegend bedeutend abgeändert. Niederungen sind stets wärmer als Hochländer, Ebenen milder als Gebirge, Inselgegenden begünstigter als Festländer. Jedes Klima bringt aber seine eigenthümlichen Pflanzen, seine eigenthümlichen Thiere hervor. Ebenso leben in Busen des Meeres andere Thiere als in der offenen See, in flachem Gewässer andere als in den Tiefen, weil der erwärmende Einfluß der Sonne sich in den einen Verhältnissen mehr äußern kann, als in den andern. Wir können uns daher nicht wundern, wenn in den Ländern Norddeutschlands, in ganz neuen Erdschichten, Ueberreste von Muscheln, Schnecken und Fischen gefunden werden, welche man lebend nur im Mittelländischen Meere (Fig. 44) trifft, wenn andere fehlen, welche in der Nordsee in Menge vorkommen. — In älteren Formationen bemerkt man aber neue Abweichungen, deren Erklärung nicht so nahe liegt. Man findet Ueberbleibsel von Thieren und Pflanzen in denselben, welche gegenwärtig lebend auf der ganzen Erde nicht mehr getroffen werden. Dergleichen Geschöpfe sind ausgestorben. In neuerer Zeit hat man mehre Beispiele angemerkt von Thieren, welche theils außerordentlich selten geworden sind, während sie früher häufig waren, und theils wirklich ganz aus der Zahl der lebenden Thiergattungen der Erde verschwunden sind. (Fig. 45) Zu schließen nach dem, was die genauere Betrachtung der in den verschiedenen Formationen der Erde aufgefundenen, die Zahl vieler Tausende bereits erreichenden, Pflanzen- und Thierarten aus allen früheren Zeiträumen, in welchen die Erdoberfläche nach und nach ihre jetzige Beschaffenheit erlangte, uns lehrt, so steht auch allen jetzt existirenden Geschöpfen und den ganzen Gattungen derselben ein allmähliger Untergang bevor, während wohl andere, neue Geschöpfe eben so allmählig in den Kreis der vorhandenen eintreten werden. Denn die Hand der Natur wird nie aufhören zu schaffen. Der Mensch selbst ist eins der jüngsten Geschöpfe, welche jetzt die Erde bewohnen. Nur in Erdschichten, welche noch unter dem Meere oder ganz oberflächlich liegen, und welche ganz neugebildet sind, treffen wir Spuren von Menschengebeinen und menschlichen Kunsterzeugnissen. In allen älteren Formationen fehlen solche Spuren gänzlich. Aehnlich ist es bei den Thieren und Pflanzen. Keins der Geschöpfe, welche, so weit menschliche Nachrichten reichen, die Länder und Gewässer der Erde belebt



Fig. 44. Rostellaria pes pelecani aus den Thonlagern bei Lüneburg (lebend im Mittelmeere).



Fig. 45. Der ausgestorbene Vogel Dronte oder Dudu (Didus ineptus), nach einem Gemälde im brittischen Museum in London, welches im Jahre 1598 nach einem lebendigen Exemplare gemalt worden. Dieser Vogel lebte auf den afrikanischen Inseln Madagascar, Isle de France u. s. w.

haben, ließ Ueberbleibsel oder Spuren seines Daseins in älteren Formationen zurück. Ja, jede Formation zeigt wieder ganz neue Thierarten, ganz neue Pflanzengattungen. Dabei findet das Verhältniß statt, daß die Arten von Geschöpfen, deren Ueberreste oder Spuren in einer Formation enthalten sind, von den jetzigen Geschöpfen um so mehr verschieden sind, je älter die Formation ist. Zugleich aber bemerkt man allgemein die wunderbare Regel, daß solche Pflanzen und Thiere, welche mit denjenigen, die wir für die vollkommensten der jetzigen Schöpfung halten, Aehnlichkeit besitzen, nur in den neueren Formationen gefunden werden, während nur minder vollkommeneren ähnliche in den älteren, nur den niedrigsten und unvollkommensten ähnliche in den ältesten Formationen anzutreffen sind. Es ist kein Zweifel, daß die Natur ihre Geschöpfe allmählig, indem sie immer neue, immer vollkommenere erzeugte, veredelt habe, und wenn wir die vor uralten Zeiträumen ausgestorbenen Urbilder irgend einer Klasse von Geschöpfen mit denen, welche ihnen folgten, und mit denjenigen Arten der gleichen Klasse, welche jetzt existiren, genauer vergleichen, so finden wir eine ähnliche Stufenfolge der Vervollkommnung, wie diejenige ist, welche jedes einzelne Geschöpf von seiner ersten Entstehung bis zu seiner vollkommenen Ausbildung und Vollendung zu durchlaufen hat. Manche Naturforscher sind der Ansicht, daß die in einer Formation eingeschlossenen Pflanzen und Thiere allemal eine ganz besondere und mit den Geschöpfen anderer Formationen nicht zusammenhängende Schöpfung darstellen, und daß die, zwischen zweien einander unmittelbar

bedeckenden Formationen, welche wir jetzt auf dem trockenen Lande beobachten, stattfindende Verschiedenheit in dieser Hinsicht dadurch zu erklären sei, daß gewaltsame und über die ganze Erde verbreitete Schreckensereignisse und Umwälzungen die älteren Geschöpfe völlig und plötzlich ausgerottet haben, und daß dann in einer neuen ruhigeren Periode die Natur ihr Schöpfungswerk allemal ganz von Neuem wieder begonnen habe. Für derartige Vermuthungen gibt uns weder irgend eine Beobachtung in der jetzigen Natur einen festen Grund, noch zwingt uns dazu die Verschiedenheit der Formationen. Vielmehr erklärt sich der zwischen den Geschöpfen zweier Formationen waltende völlige Abstand sehr begreiflich daraus, daß viele Gegenden der Erdoberfläche, nach der Ablagerung einer Formation, wohl Jahrtausende hindurch trocken lagen und erst dann wieder unter neuer Wasserbedeckung mit einer jüngeren Formation bedeckt wurden, wenn allmählig die alten Geschöpfe ausgestorben oder ausgerottet, und völlig neue eben so allmählig an deren Stelle getreten waren. Auch finden sich nicht allein in manchen Gegenden wirklich allmählige Uebergänge von einer Formation zur andern, in welchen die Geschöpfe zweier einander folgender Formationen vermengt mit einander vorkommen, sondern nicht selten ist man auch im Stande, den Uebergang zwischen zwei Formationen, welche in einer Gegend streng geschieden auf einander folgen, in irgend einer andern, während der Uebergangszeit vom Meere bedeckt gewesenen, Gegend nachzuweisen.

Formationen.

Hieraus geht denn auch hervor, daß es eine strenge natürliche Abgrenzung in Formationen im Allgemeinen gar nicht geben kann. Für jedes Land könnte man eine besondere Eintheilung aufstellen. Nach Uebersicht der wichtigsten in Deutschland und der Schweiz, in England und Frankreich gemachten Beobachtungen kann man etwa folgende Eintheilung aufstellen.

Haupteintheilung.

I. **Neptunische oder im Wasser gebildete** (nach der heidnischen Meergottheit Neptunus benannte) **Formationen.** Allgemein verbreitet.
II. **Vulkanische oder eruptive** (d. h. durch Eruptionen oder Ausbrüche aus dem Erdinnern entstandene) **Formationen.** In ihrer Verbreitung sehr beschränkt. (Fig. 46.)

Unterabtheilung der Neptunischen Formationen.

1. **Neptunische normale** (d. h. regelmäßige) **Formationen** mit (mehr oder weniger wohl erhaltenen) Ueberresten und Spuren von Pflanzen und Thieren,
2. **Neptunische abnorme** (d. h. unregelmäßige) **oder metamorphische** (d. h. gänzlich umgewandelte) **Formationen**, aus welchen alle Spuren von Pflanzen und Thieren verschwunden sind.

Die Neptunischen normalen Formationen vertheilt man in vier Altersstufen oder Hauptperioden, in deren ältester keine vollkommenere Thiere als Fische vorkommen, während in der zweiten auch eidechsenartige und andere kaltblütige kriechende Thiere (Reptilien), in der dritten auch warmblütige vierfüßige

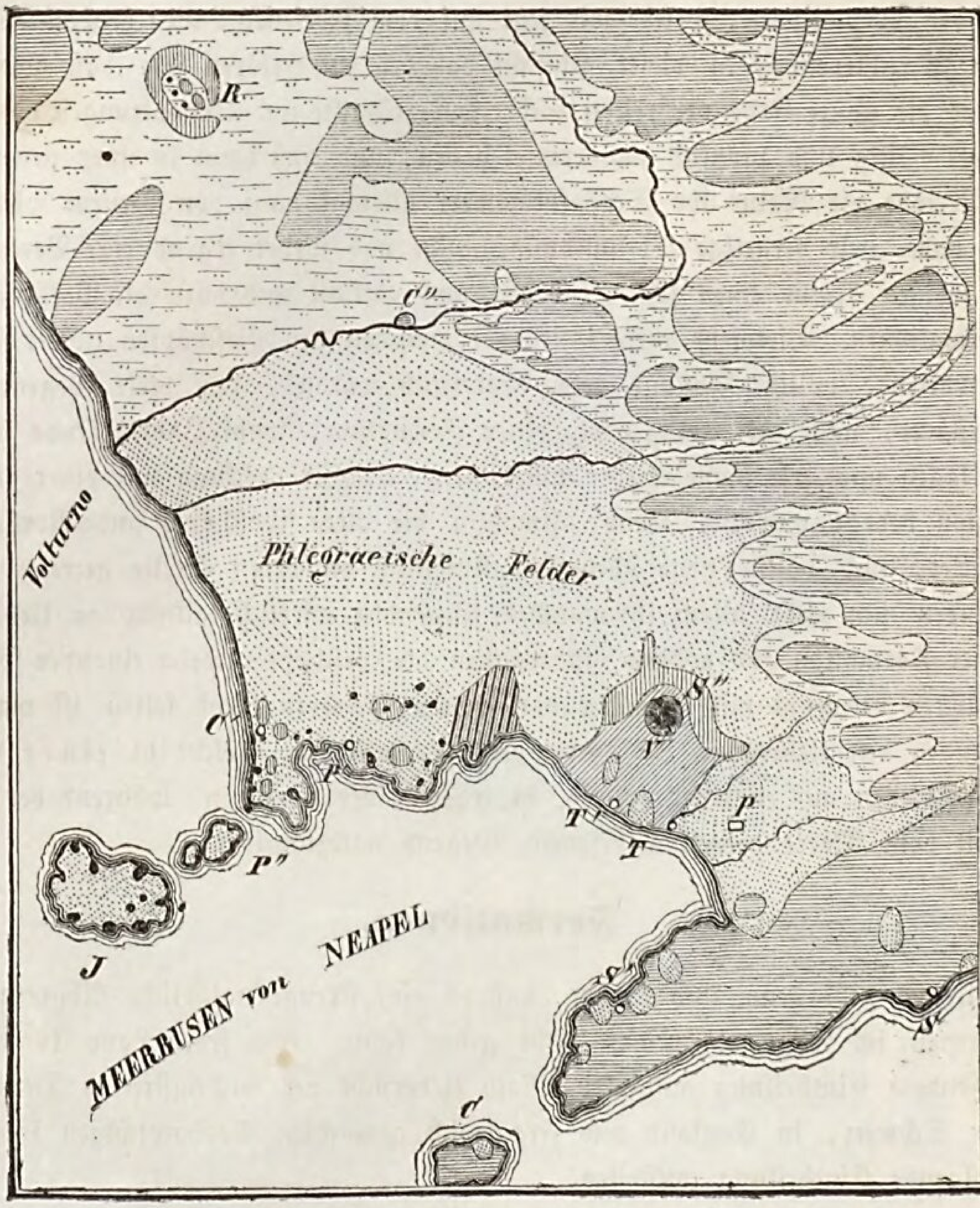


Fig. 46. Die Verbreitung der vulkanischen Bodenschichten in der Umgebung von Neapel (Italien).

Geschichteter Kalkstein der Apenninen.

Trachyt.

Aeltere Lava (Leucitlava) der Somma des Vesuv und der Rocca montina.

Aeltere geschichtete Auswürflinge (Bimsteintuff der Terra di Lavoro).

Neuere Laven aus dem jetzigen Krater des Vesuv.

Neuere geschichtete Auswürflinge (Bimsteintuff der Campagua).

C Kapri. — C' Cumä. — C'' Kapua. — J Ischia. — P Pompeji (ehemalige Stadt, nebst Herkulanum und Stabiä verschüttet beim Ausbruche des Vesuv im Jahre 70 n. Chr. G.) — P' Puzzuoli (in der Nähe der Serapistempel). — P'' Procida — R Rocca montina. — S Salerno. — S' Sorrento. — S'' Somma (alter Kraterrand des Vesuv). — T Torre del Annunziata. — T' Torre del Greco. — V Vesuv (jetziger Krater).

Thiere (Mammalien) und Vögel, in der vierten endlich auch Menschen gefunden werden. Die letzteren Formationen, deren Bildung natürlich gegenwärtig noch fortdauert, nennt man quaternäre (d. h. vierte), und den Zeitraum seit dem, durch dieselben beurkundeten Erscheinen des Menschen auf der Erde die „quaternäre Periode." Die früheren Formationen heißen beziehungsweise tertiäre (d. h. dritte), sekundäre (d. h. zweite) und primäre (d. h. erste). Indessen sind diese Benennungen eigentlich unpassend, da es fast mehr als wahrscheinlich ist, daß die primären Formationen keineswegs die wirklich ersten Anfänge der Pflanzen- und Thierschöpfung enthalten, sondern letztere vielmehr eigentlich in den umgewandelten For-

mationen enthalten waren und nur spurlos in der Umwandlung der sie umschließenden Felsen vergangen sind. — Man merke sich, daß in der Geologie oder der Wissenschaft von der Bildung und Beschaffenheit der Erdoberfläche, von welcher wir nunmehr die Hauptgrundzüge kennen gelernt haben, alle Schichten der Erde, mögen dieselben in bergigen oder in ebenen Gegenden, oder auch in den größten Tiefen, selbst unter dem Gewässer, sich befinden, gewöhnlich Gebirge oder Gebirgsmassen genannt werden, so daß man also z. B. anstatt tertiärer Formationen auch Tertiärgebirge oder tertiäre Gebirgsmassen u. s. w. zu sagen pflegt.

Die abnormen Neptunischen Formationen heißen, weil sie den allgemeinen Untergrund der normalen Formationen bilden, auch wohl Grundgebirge oder Grundgebirgsmassen. Solche liegen unbedeckt in vielen Gegenden von Deutschland, z. B. am westlichen Thüringer Walde, im Sächsischen Erzgebirge, im Riesen-, Fichtel- und Böhmisch-Mährischen Gebirge, im Spessart und Odenwalde, im Schwarzwalde; ferner in den südlicheren Theilen der Alpen und in vielen andern Ländern Europa's und der übrigen Erdtheile.

Die einzelnen normalen Formationen haben folgende besondere Benennungen, welchen wir nur das Wichtigste über ihre Lagerungsverhältnisse, ihre Verbreitung in Deutschland und den benachbarten Landschaften, sowie die Abbildung der wichtigsten Petrefakten, welche zur Erkennung jeder Formation dienen können, beifügen wollen.

A. **Primäre Formationen.** — Dieselben ruhen stets auf Grundgebirgsmassen, sind dagegen selber in vielen Gegenden von jüngeren Formationen bedeckt.

1. **Uebergangs- oder Transitions-Formation**, so genannt, weil dieselbe in Rücksicht auf die Beschaffenheit der Felsarten sich schon dem Grundgebirge sehr ähnlich zeigt. Schichten, welche dieser Formation angehören, liegen unbedeckt am Harze, Thüringer Walde und Meißner, in Oberhessen, Waldeck und Westphalen, im Rheinischen Gebirge, im Hunnesrück, in Obersachsen, Böhmen und Schlesien, im Schwarzwalde, in den Alpen u. s. w.

Erste Abtheilung: Silurische Schichtenreihe (in England so benannt nach dem Lande des alten Volksstammes der Siluren) fast ganz ohne Petrefakten.

Zweite Abtheilung: Devonische Schichtenreihe (in England so benannt nach der Landschaft Devonshire).

Petrefakten der Uebergangsformation (Fig. 47—70).



Fig. 47 Catenipora charoides.

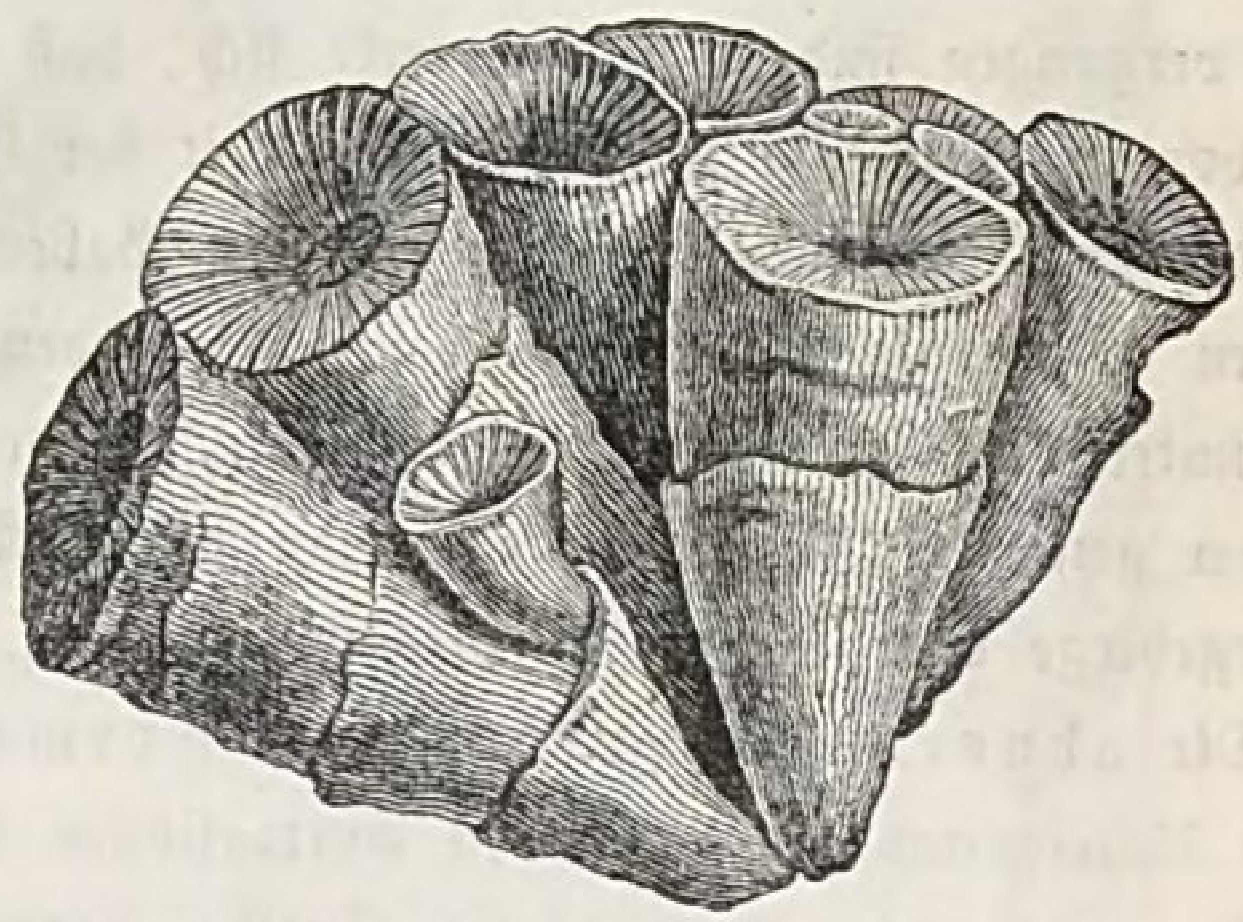


Fig. 48. Cyathophyllum turbinatum.

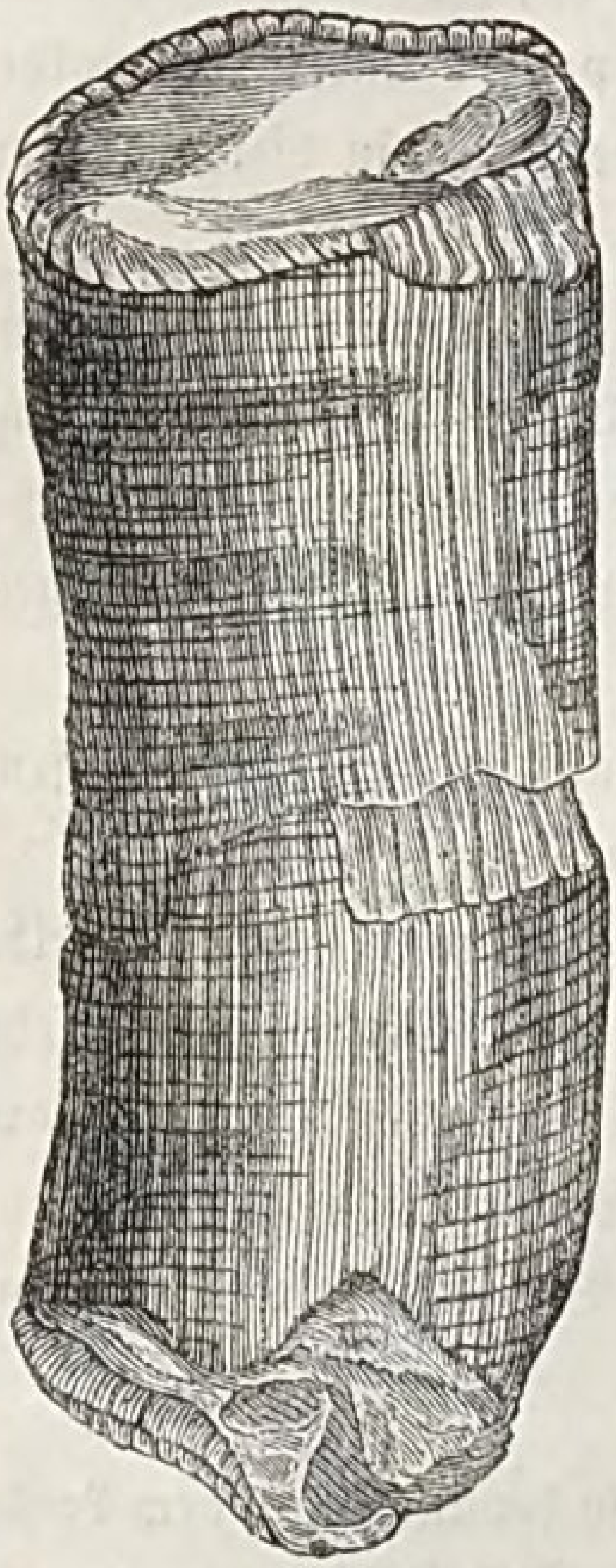


Fig. 49. Amplexus coralloides.

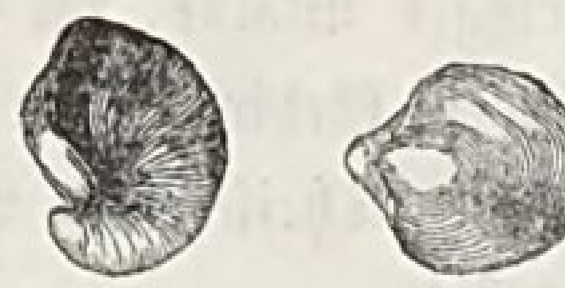


Fig. 50. Terebratula navicula.



Fig. 51. Terebratula digona.



Fig. 52. Terebratula octoplicata.



Fig. 53. Terebratula porrecta.



Fig. 54. Orthis testudinaria.



Fig. 55. Orthis orbicularis.

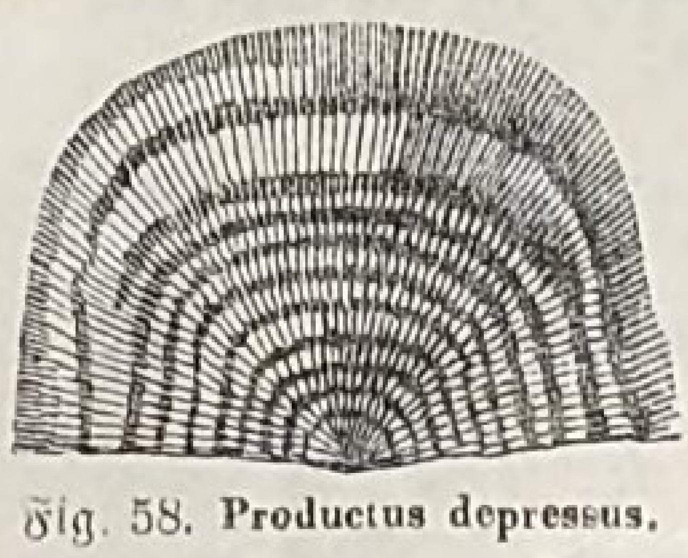


Fig. 58. Productus depressus.



Fig. 57. Steinkern von Pentamerus laevis.

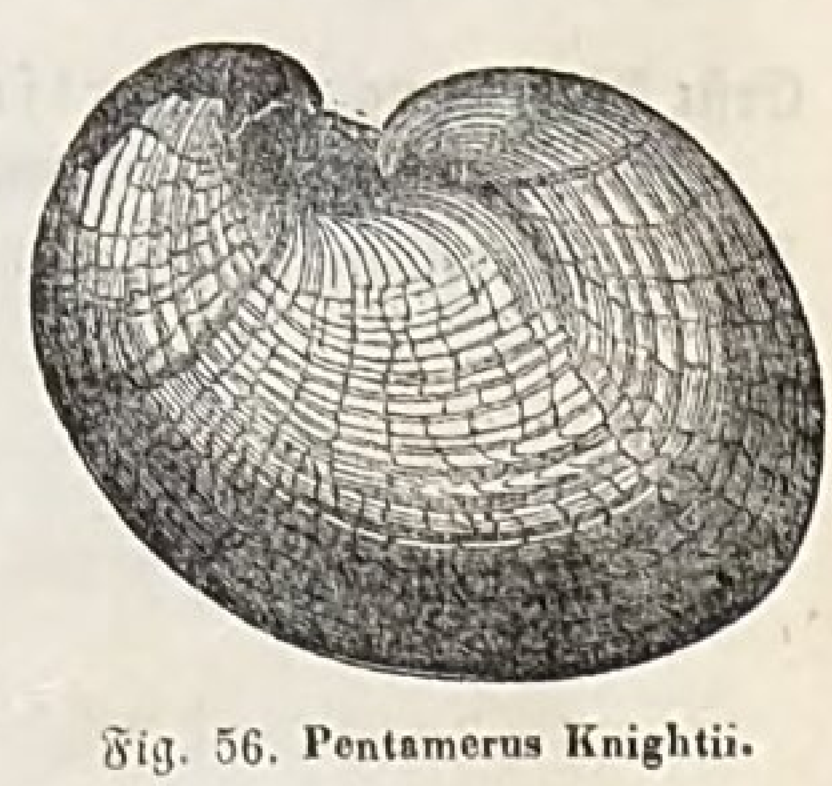


Fig. 56. Pentamerus Knightii.



Fig. 59. Productus antiquatus.

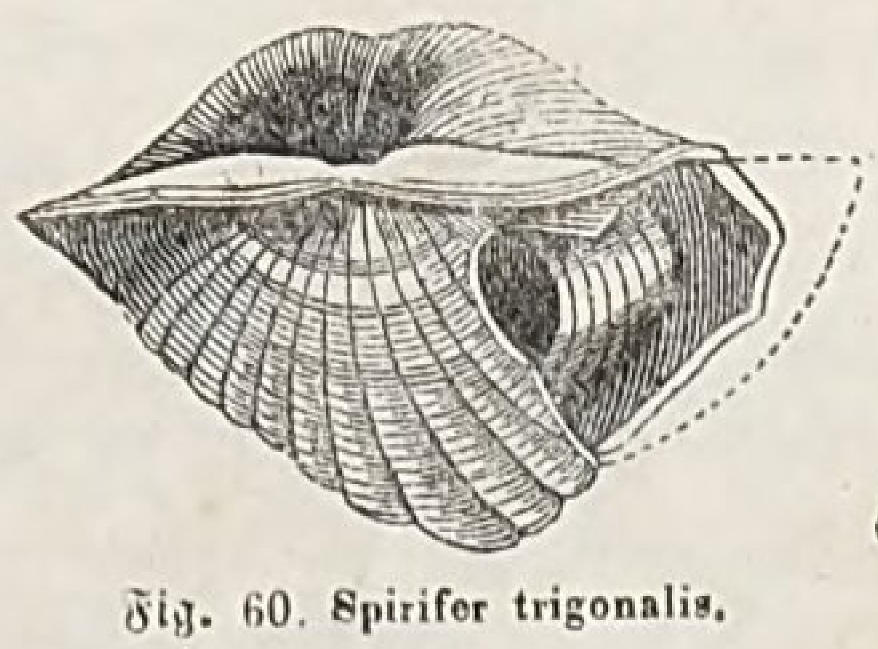


Fig. 60. Spirifer trigonalis.



Fig. 61. Calceola sandalina.

Petrefakten der Uebergangsformation.

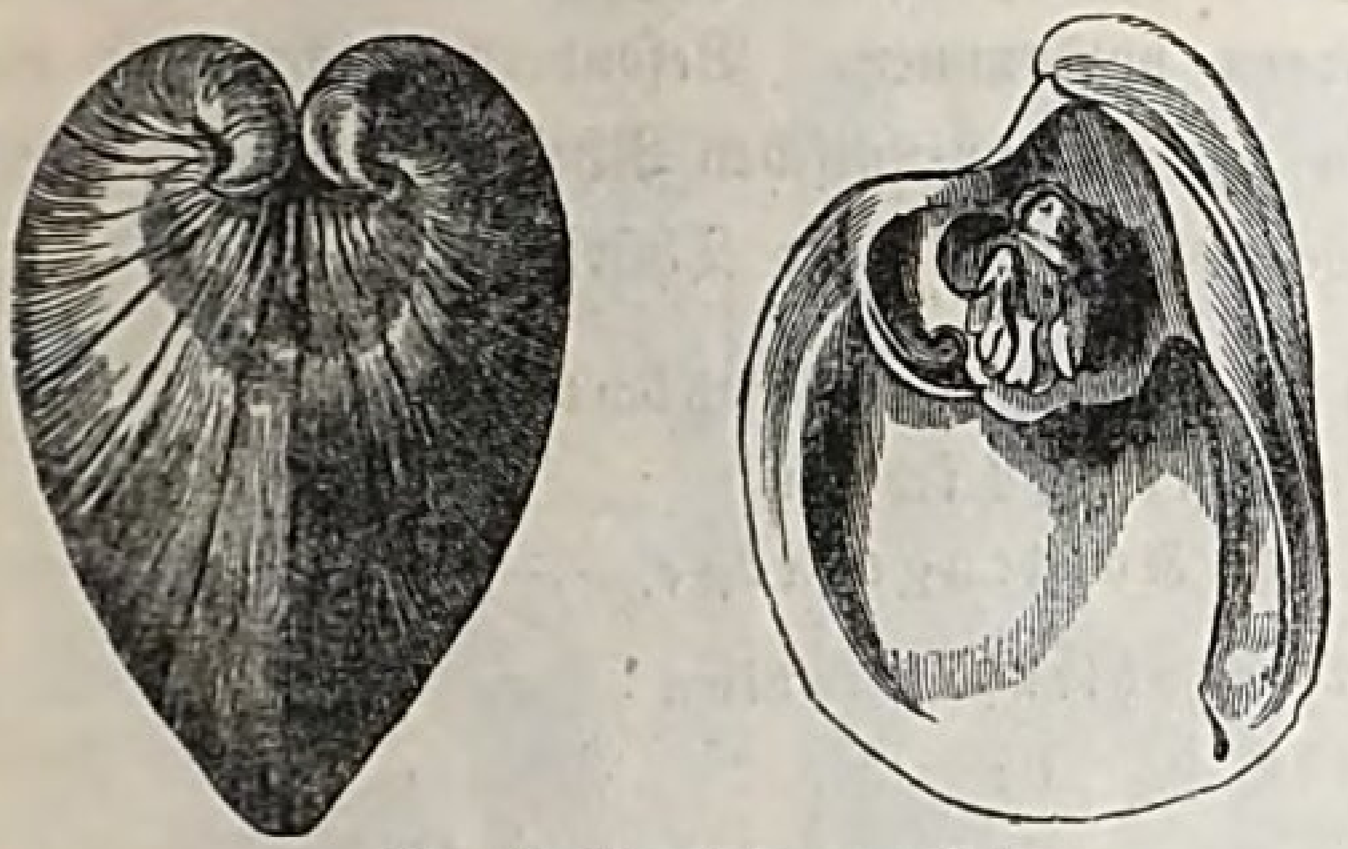


Fig. 62. Megalodon cucullatus.



Fig. 63. Orthoceratites conicus.

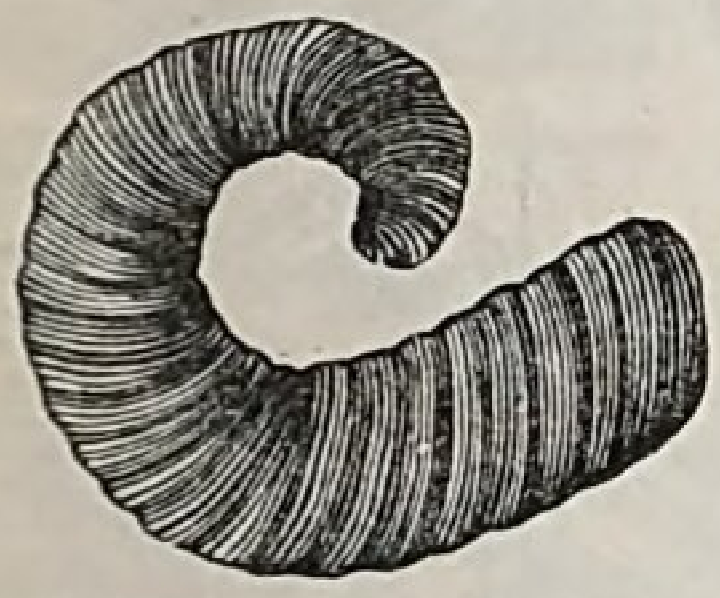


Fig. 64. Lituites giganteus.

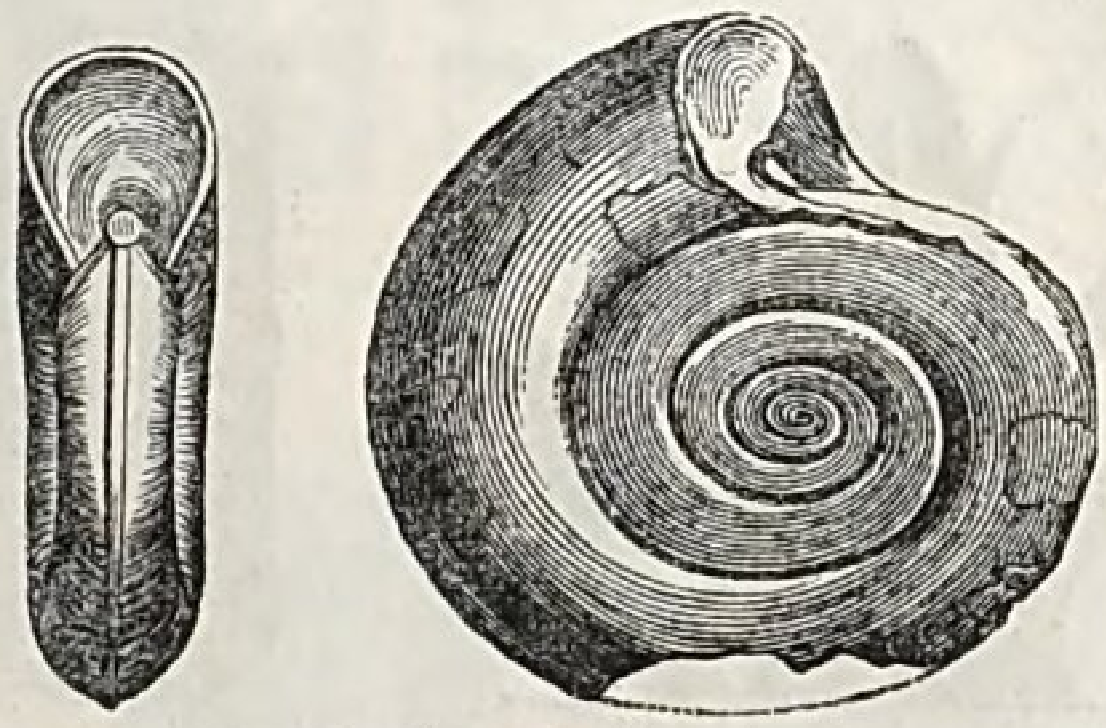


Fig. 65. Clymenia linearis.



Fig. 66. Asaphus caudatus.

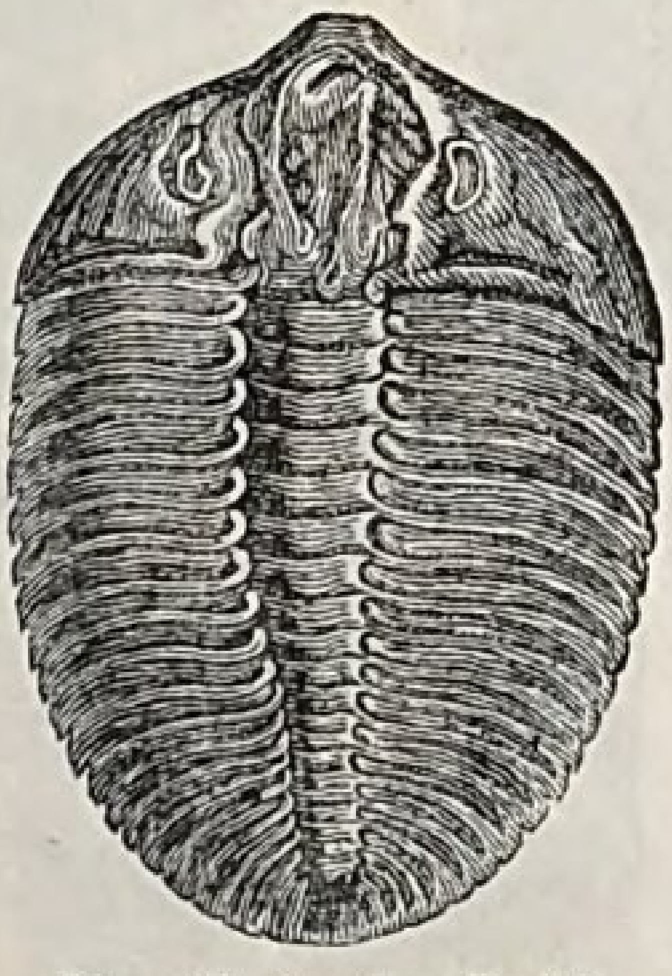


Fig. 67. Asaphus Buchii.

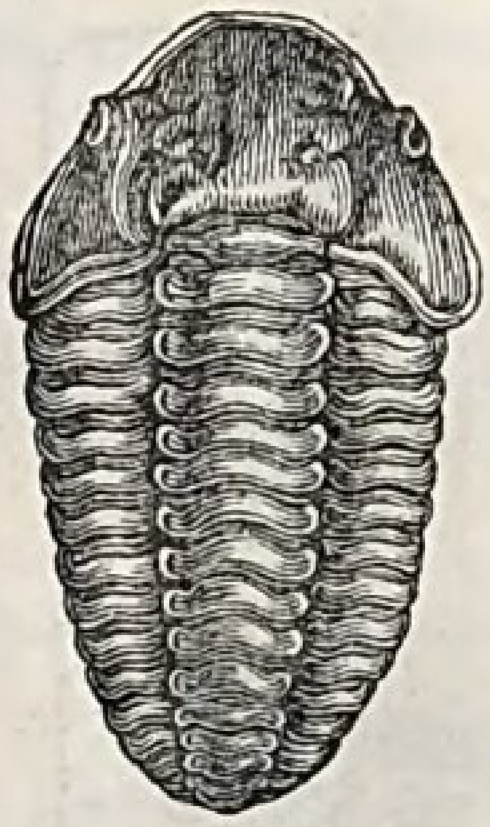


Fig. 68. Calymene Blumenbachii.

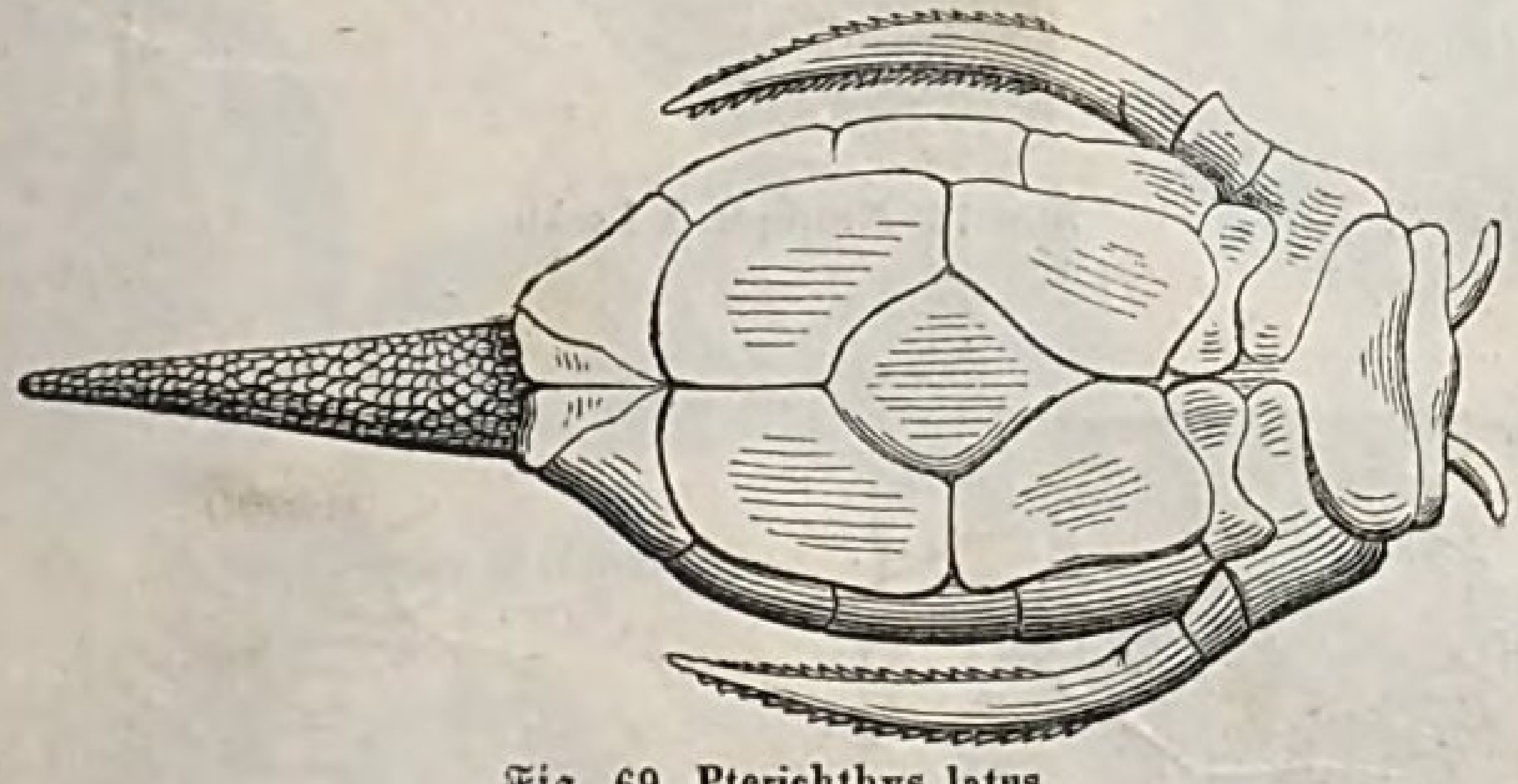


Fig. 69. Pterichthys latus.

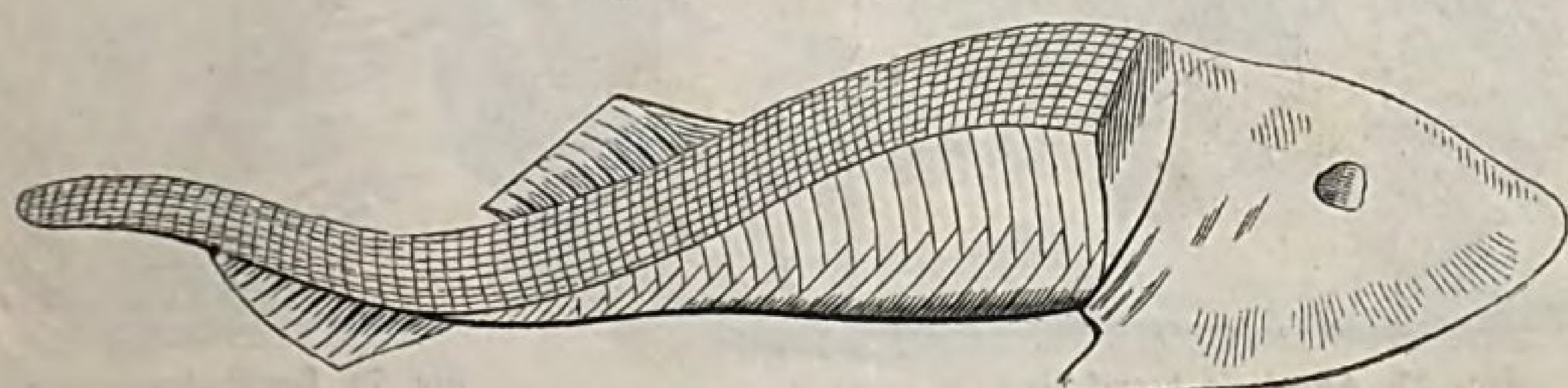


Fig. 70. Cephalaspis Lyellii.

2. **Steinkohlenformation**, so genannt wegen der reichen Steinkohlenschichten, welche in derselben in manchen Ländern vorkommen. Besonders wichtig ist diese Formation für Goßbritannien, Belgien und die preußischen Rheinlande, in Deutschland außerdem hauptsächlich am Rande des Harzes und Thüringer Waldes.

Erste Abtheilung: Kohlenkalk- oder Bergkalkschichten.
Zweite Abtheilung: Kohlensandsteinschichten.
Dritte Abtheilung: Eigentliches Kohlengebirge.

Petrefakten der Steinkohlenformation
(Fig. 71—94, b).



Fig. 71. Calamites cannaeformis.

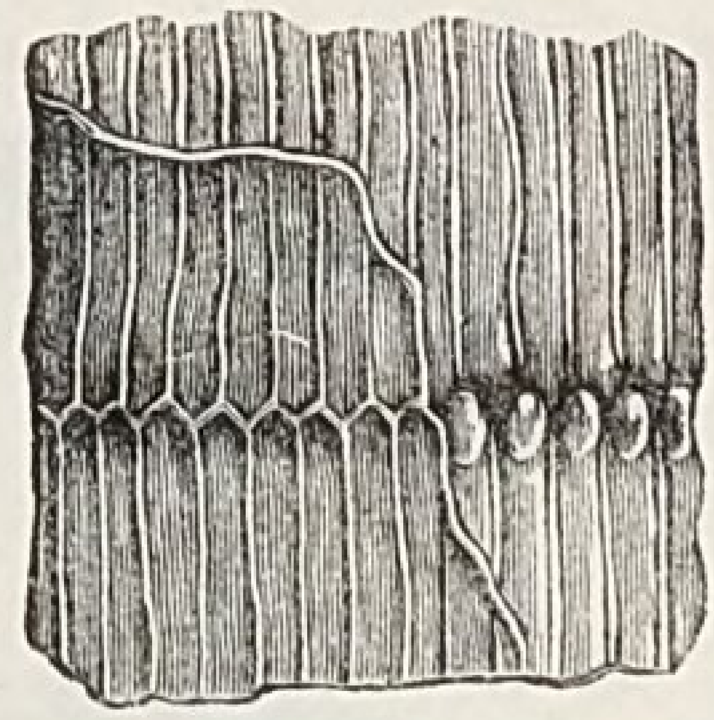


Fig. 72. Calamites Suckovii.

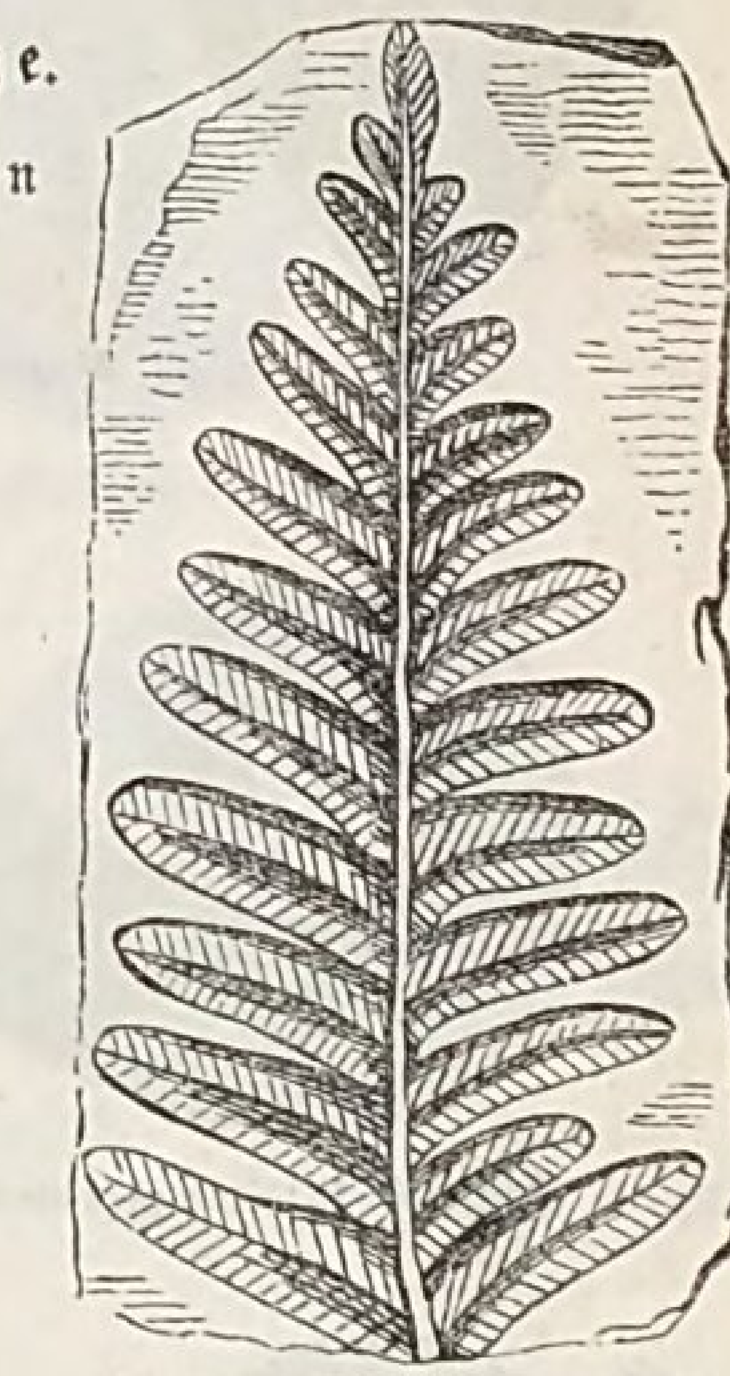


Fig. 75. Pecopteris aquilina.

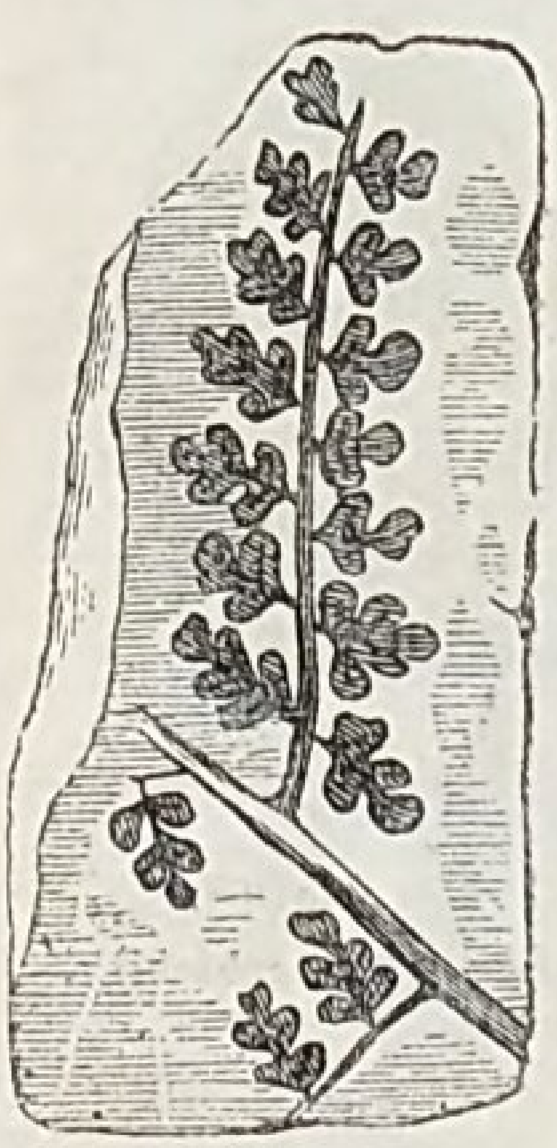


Fig. 73.
Sphenopteris Hoeninghausii.

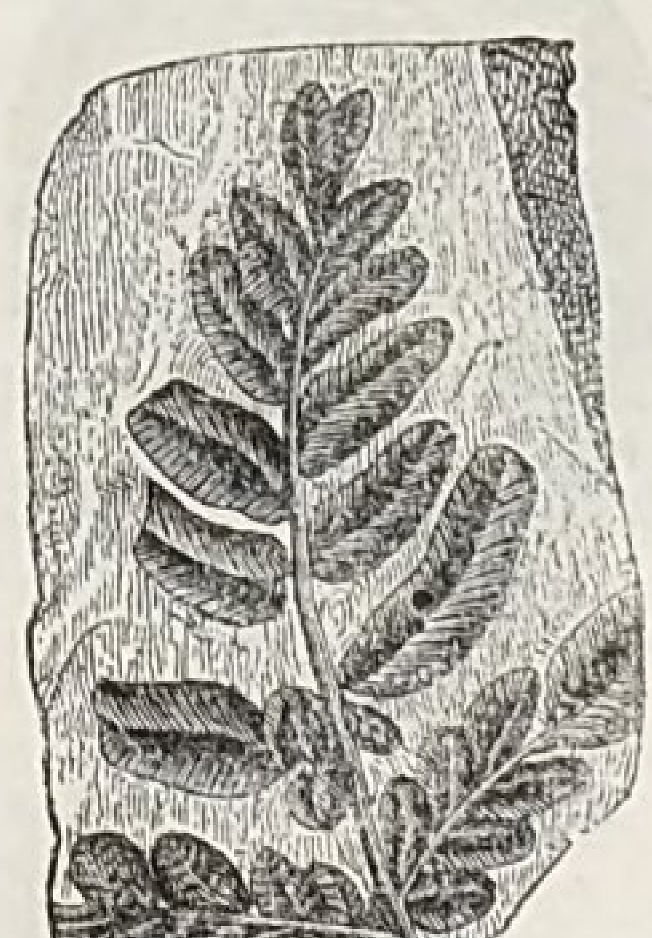


Fig 74. Neuropteris Loshii.

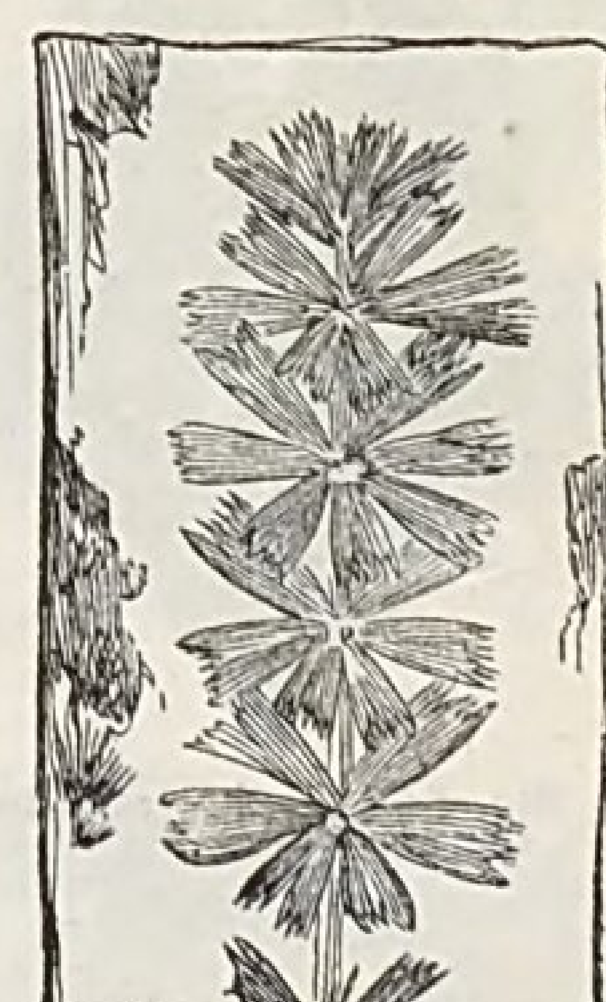


Fig. 76.
Sphenophyllum dentatum.



Fig. 77. Annularia brevifolia.



Fig. 78. Lepidodendron elegans.

Petrefakten der Steinkohlenformation.

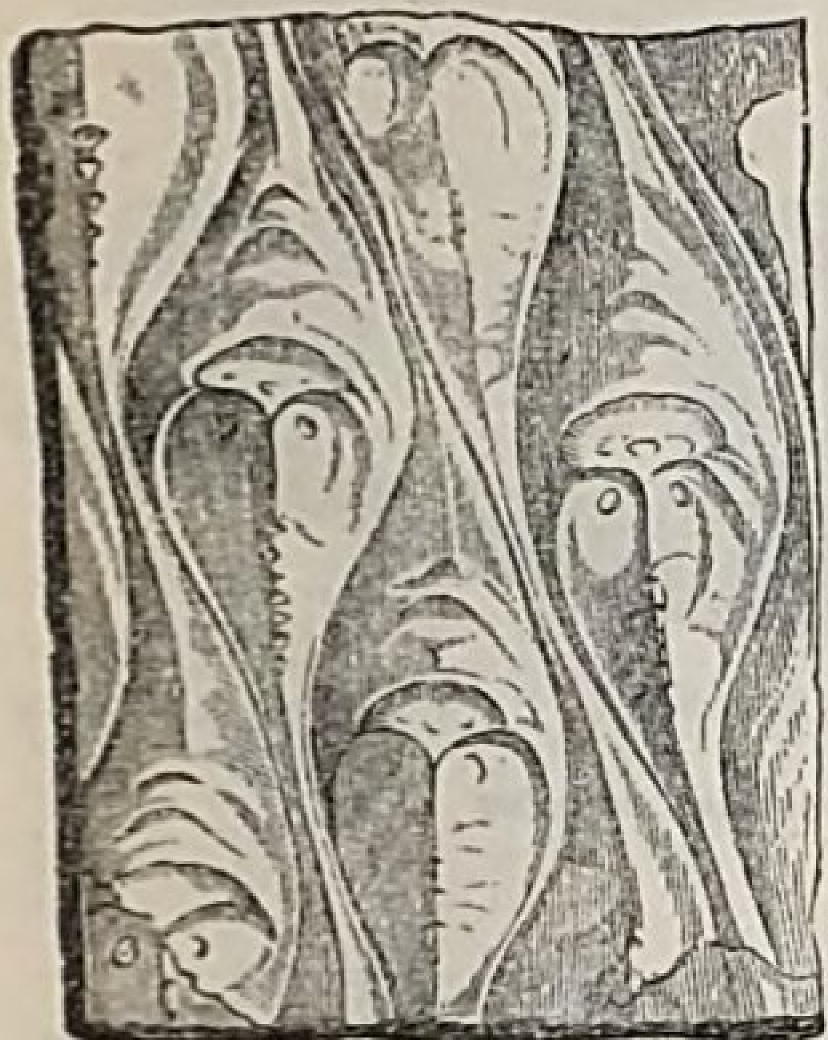
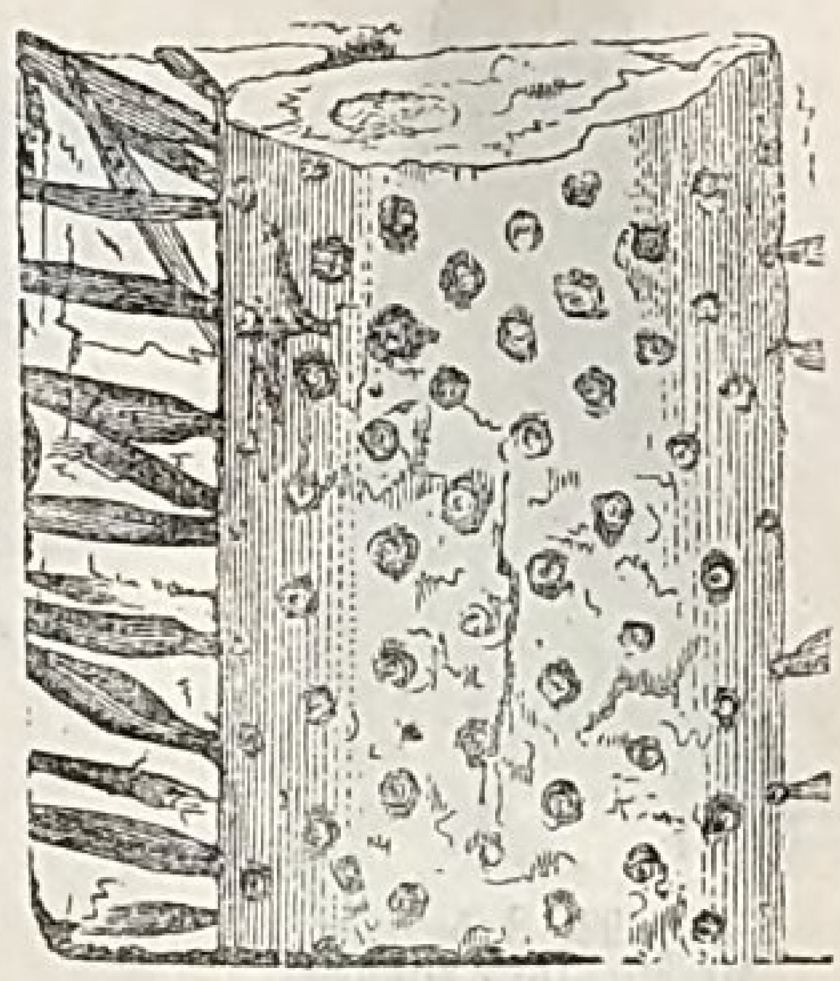
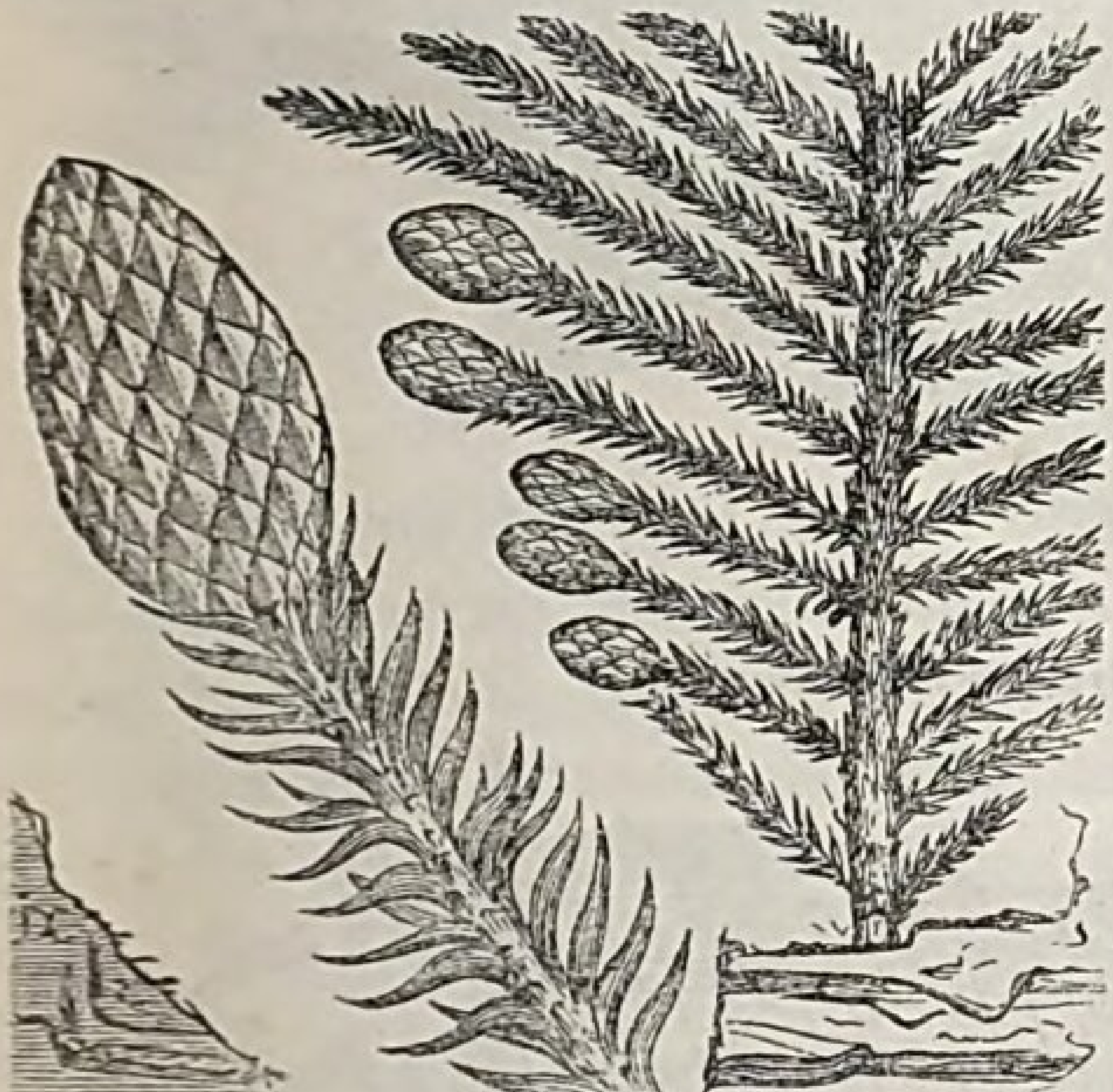

Fig. 79. Lepidodendron crenatum.

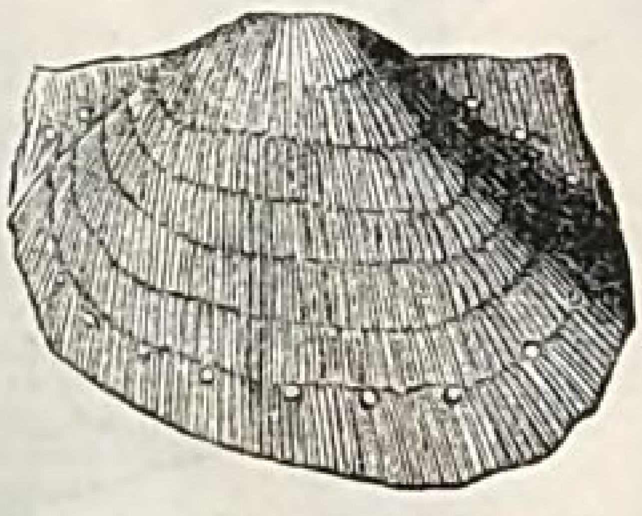

Fig. 80. Sigillaria pachyderma.

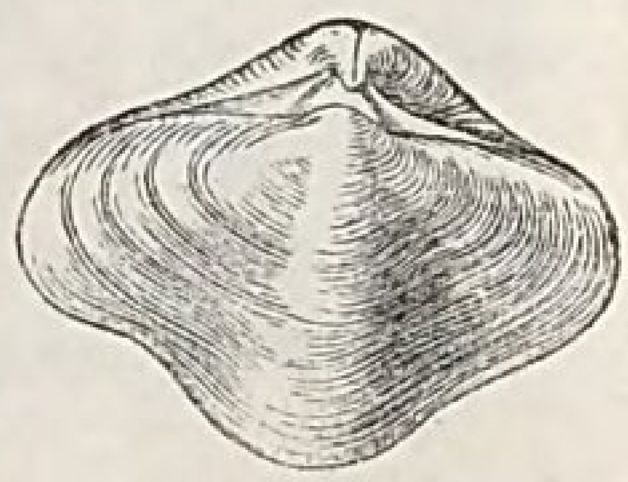

Fig. 81. Stigmaria ficoides.


Fig 82. Walchia Schlothheimii.

Fig, 83. Walchia hypnoides.


Fig. 84. Cyathocrinites anus.


Fig. 85. Productus Martini.


Fig. 86. Spirifer glaber.

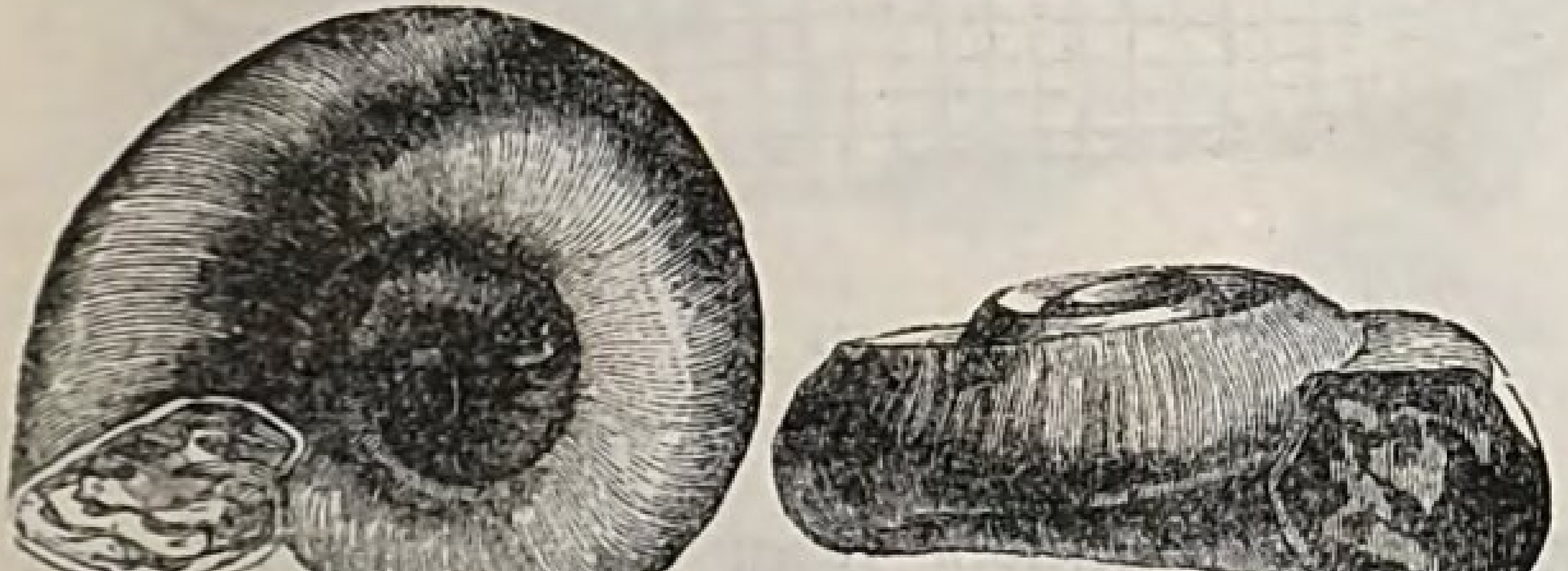
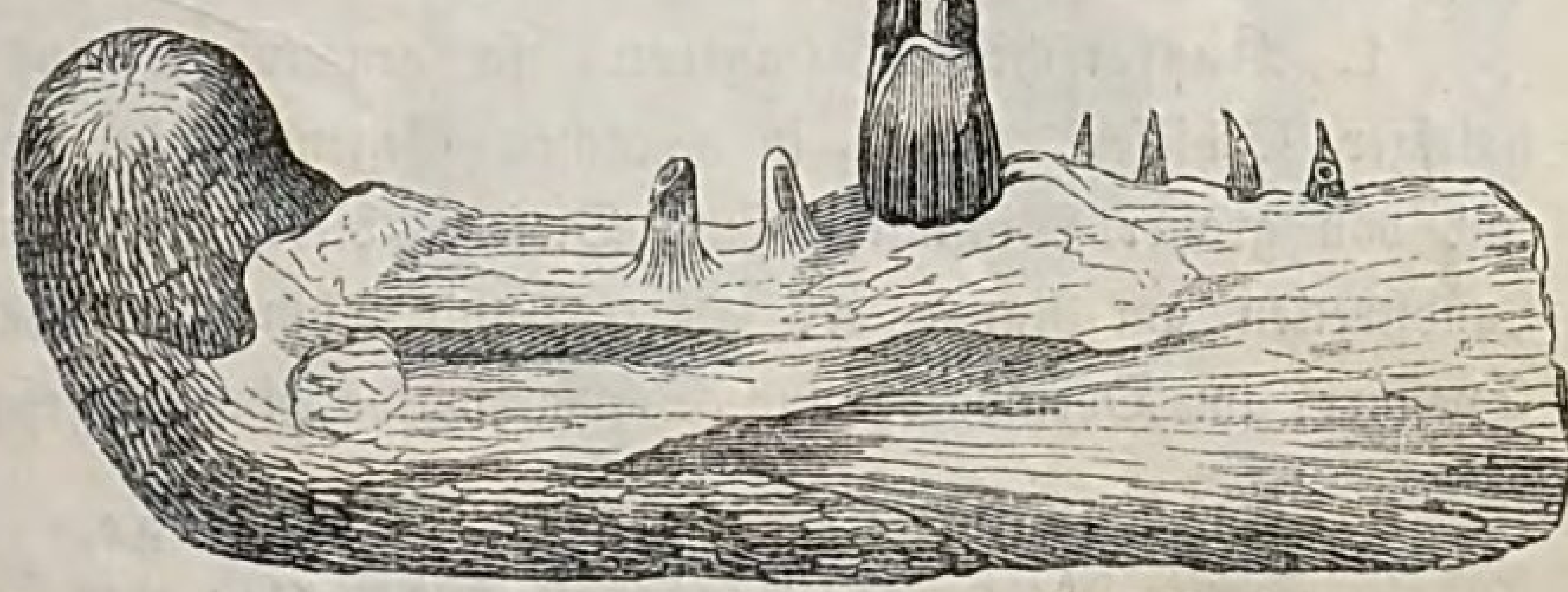

Fig. 87. Euomphalus pentangulus.


Fig. 88. Bellerophon costatus.


Fig. 89. Orthoceras lateralis.


Fig 90. Goniatites evolutus.


Fig. 91. Unterkinnlade von Holoptychus Hibberti.

Petrefakten der Steinkohlenformation.



Fig. 92. Zahn von Megalichthys Hibberti.

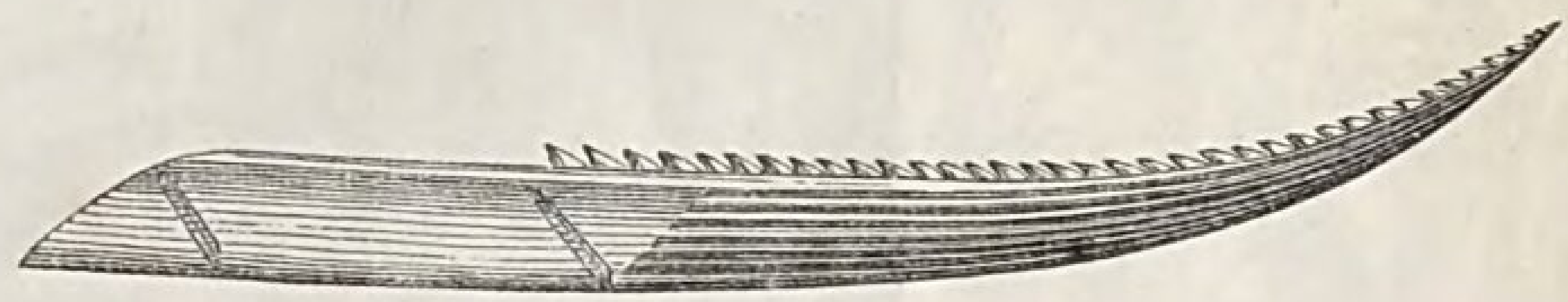


Fig. 93. Flossenstachel von Tristichius arcuatus.

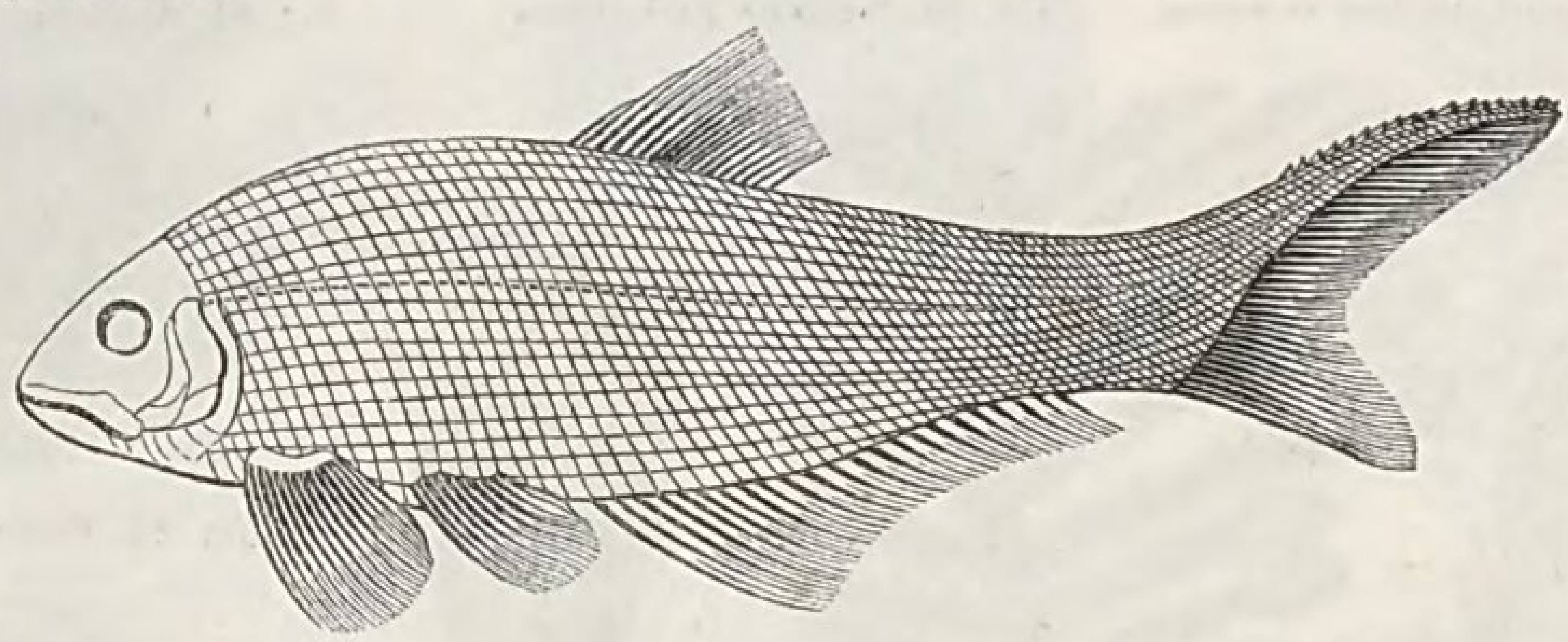


Fig. 94. *a*. Amblypterus macropterus.

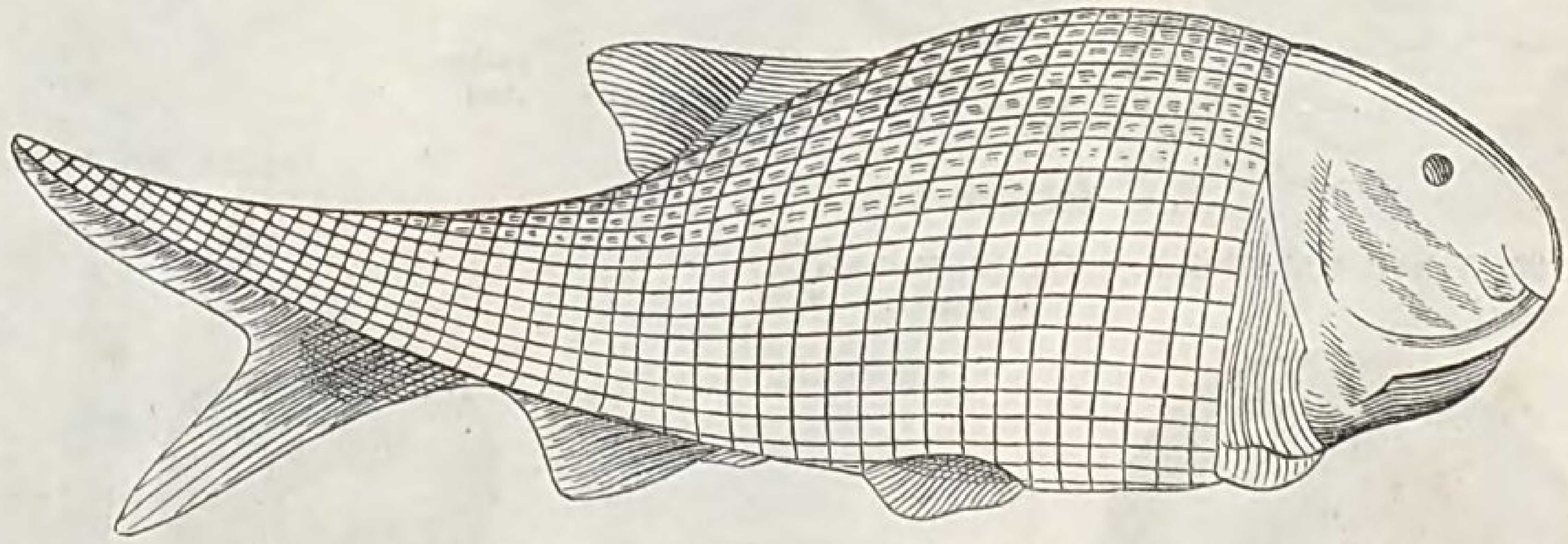


Fig. 94. *b*. Palaeoniscus Duvernoy.

B. **Sekundäre Formationen.** — Dieselben ruhen auf Grundgebirgen oder auf primären Formationen, und sind oft von jüngeren sekundären, oder tertiären, oder quaternären Schichten bedeckt.

1. **Kupferschieferformation**, so genannt wegen gewisser Lagen kupfererzhaltiger Schiefer, welche in manchen Gegenden in dieser Formation vorkommen und von großer Wichtigkeit sind. Dieselbe bildet die Oberfläche der Erde in manchen Landstrecken am Rande des Harzes und Thüringer Waldes, in Westphalen, im Spessart, im Odenwalde und Schwarzwalde, im Vogesengebirge u. s. w.

Erste Abtheilung: Rothliegendes Gebirge.
Zweite Abtheilung: Aelteres Flötzkalk- oder Zechsteingebirge.

Petrefakten der Kupferschieferformation (Fig. 95—99).



Fig. 95. Productus calvus.

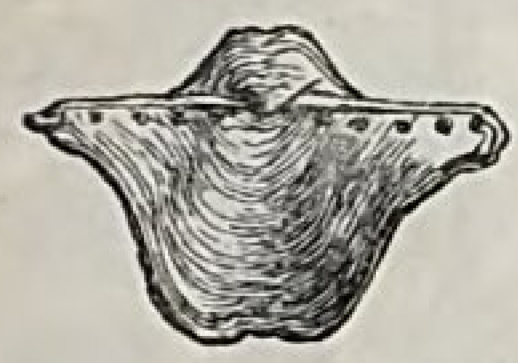


Fig. 96. Productus aculeatus.

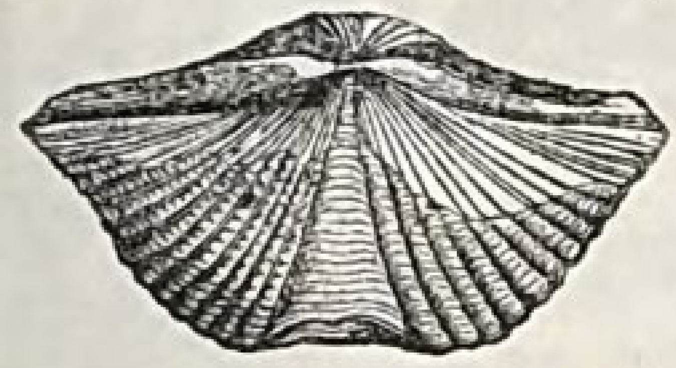


Fig. 97. Spirifer undulatus.



Fig. 99. Zahn von Acrodus larva.

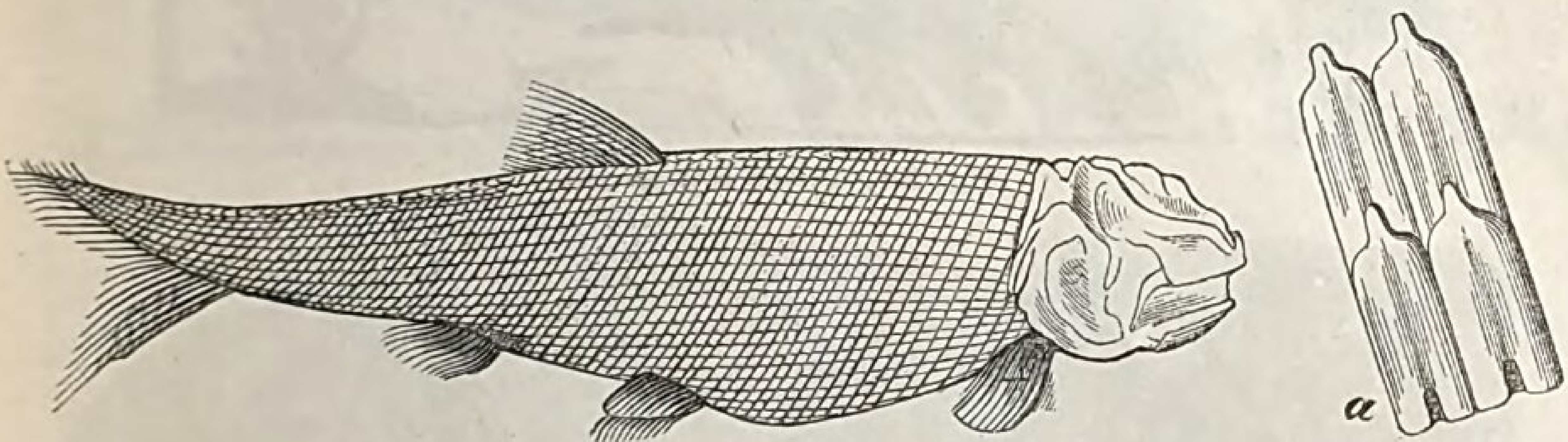


Fig 98. Palaeoniscus Freieslebeni. — *a* Schuppen desselben.

2. **Triasformation**, so benannt von τριας, Dreiheit, wegen der Dreizahl der Hauptabtheilungen; auch Steinsalzformation genannt, wegen des häufigen Vorkommens von Steinsalz innerhalb derselben in mehren Gegenden Deutschlands, wo die Schichten dieser Formation in außerordentlicher Verbreitung an der Oberfläche, besonders der mittleren Länder, zu finden sind. In der Schweiz zeigt sich die Triasformation hauptsächlich in der Jurakette.

Erste Abtheilung: Triassandstein- oder buntes Sandsteingebirge.
Zweite Abtheilung: Triaskalk- oder Muschelkalkgebirge.
Dritte Abtheilung: Keupergebirge. (Keuper heißt im Coburgischen gewisser Mergelboden.)

Petrefakten der Triasformation (Fig. 100—115, a).

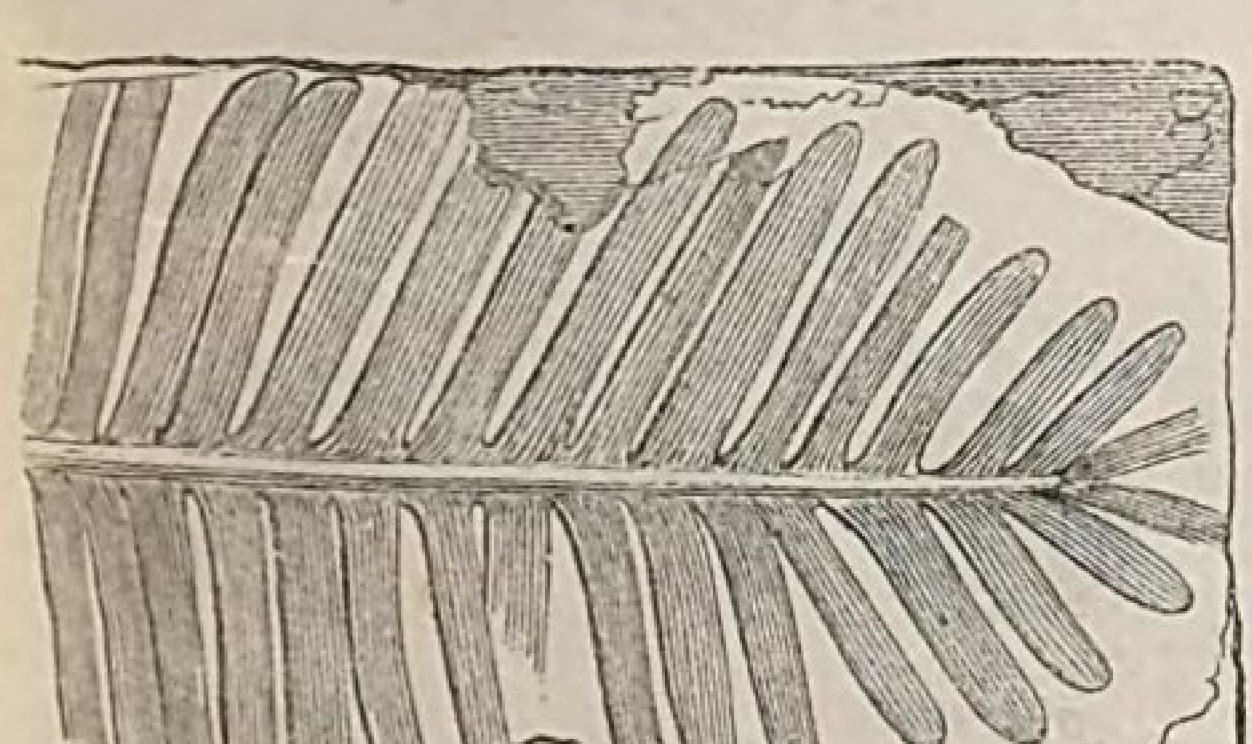


Fig. 100. Pterophyllum Jaegeri.

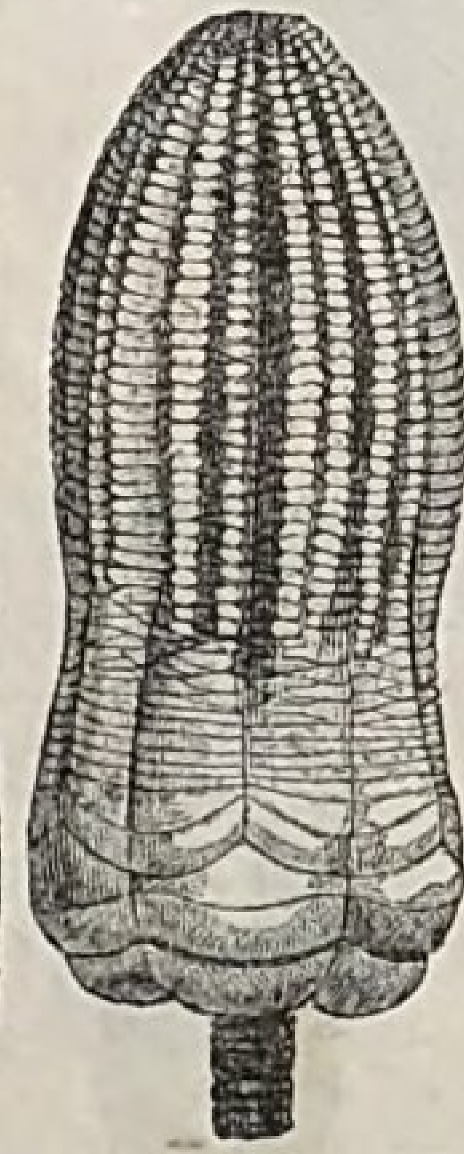


Fig 102. Encrinites liliiformis.

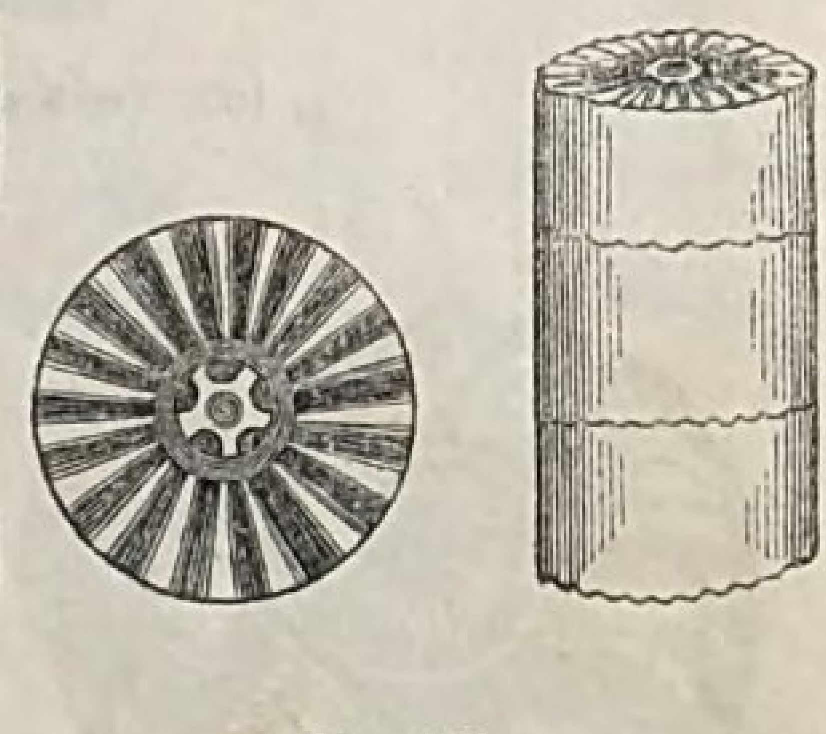


Fig. 102. *a.* Stielstücke von Encrinites liliiformis.

Petrefakten der Triasformation.

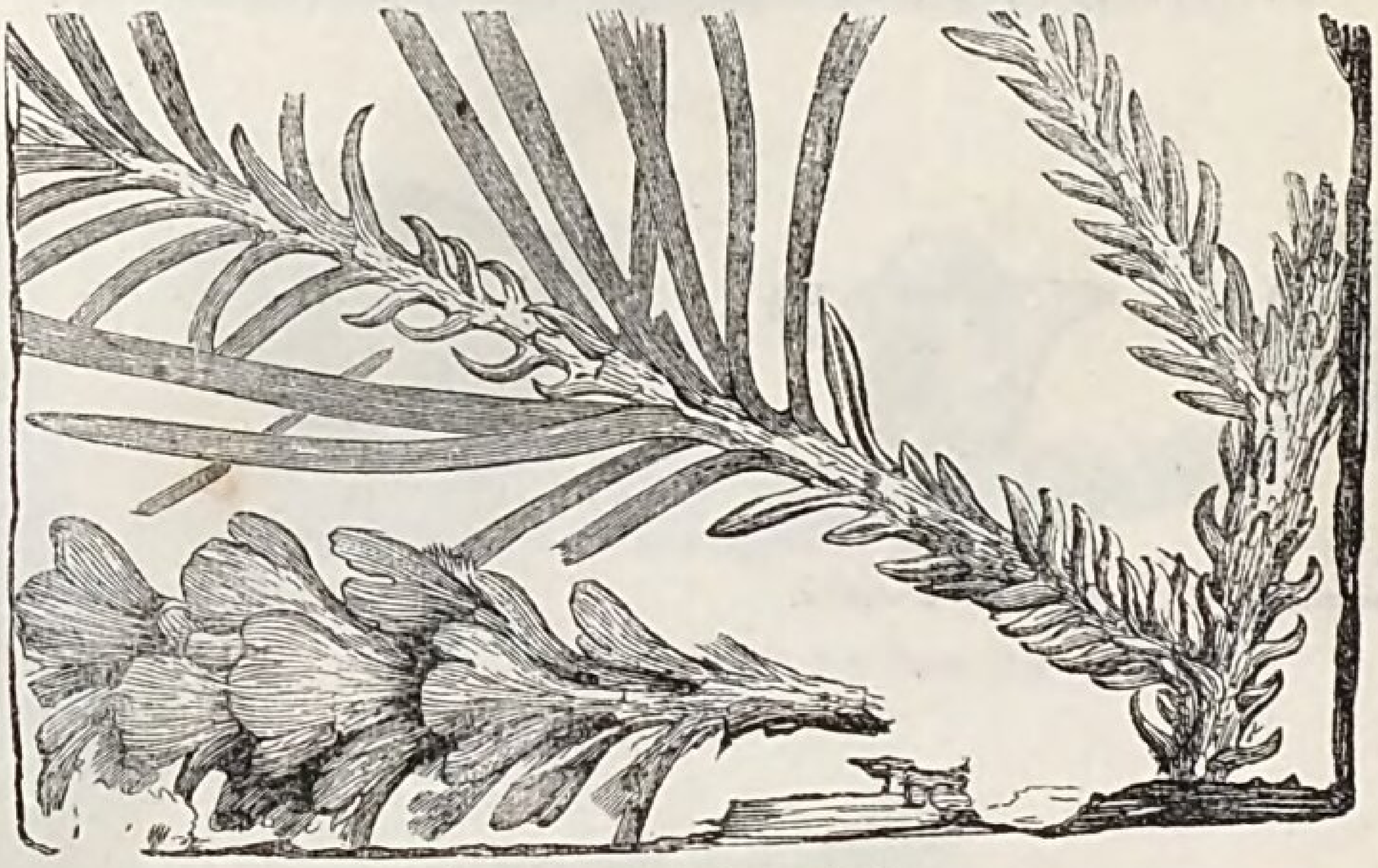


Fig. 101. Voltzia heterophylla.

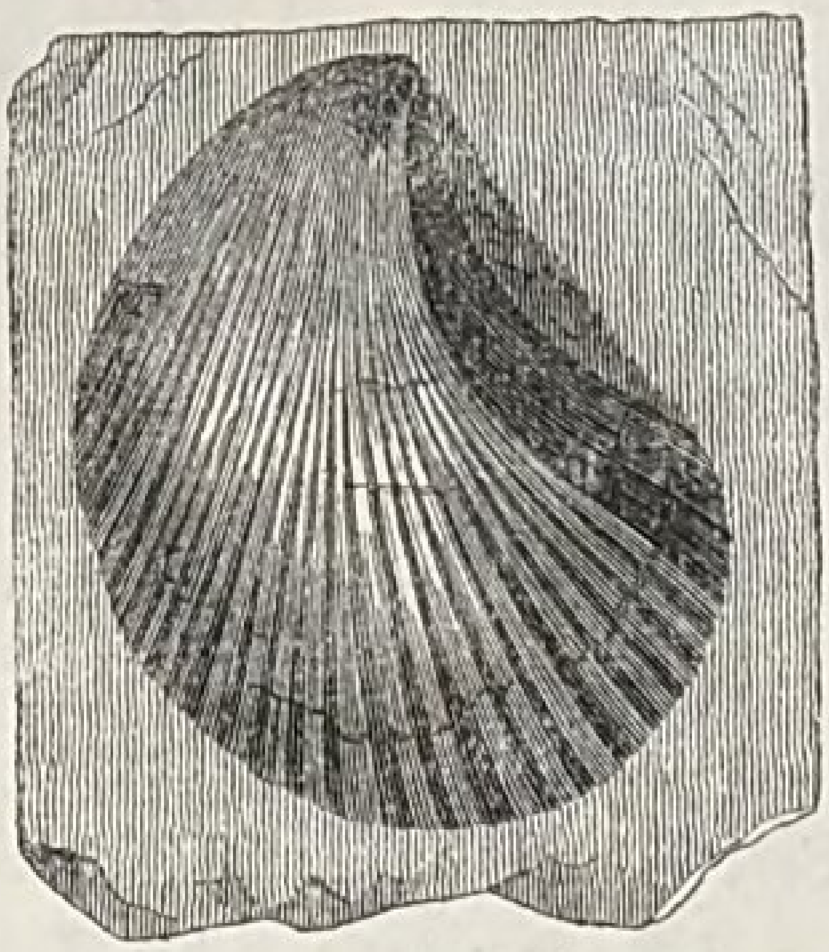


Fig. 103. *a.*
Plagiostoma striatum (Lina striata).

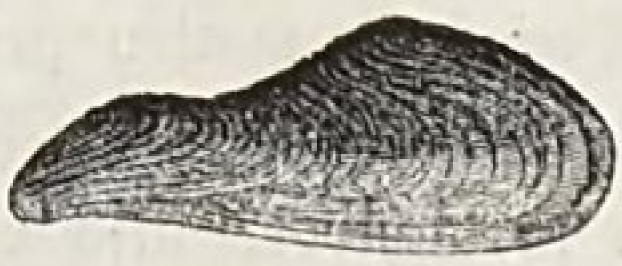
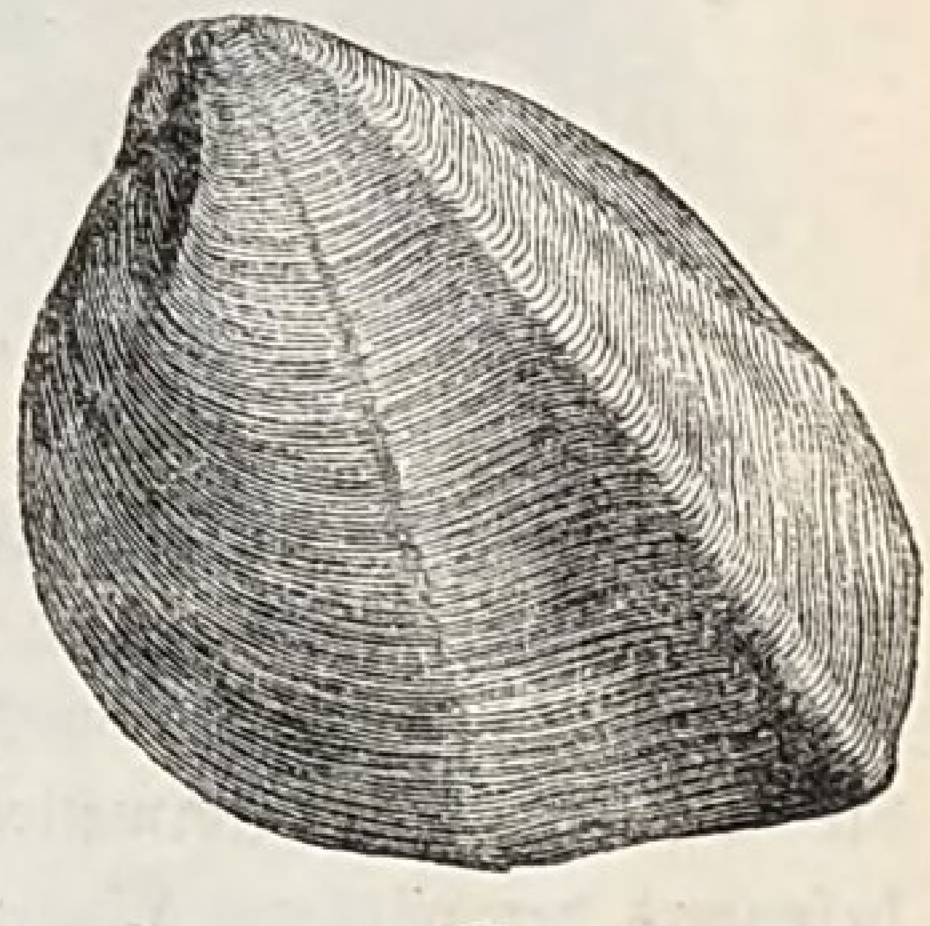


Fig. 103.
Avicula socialis.



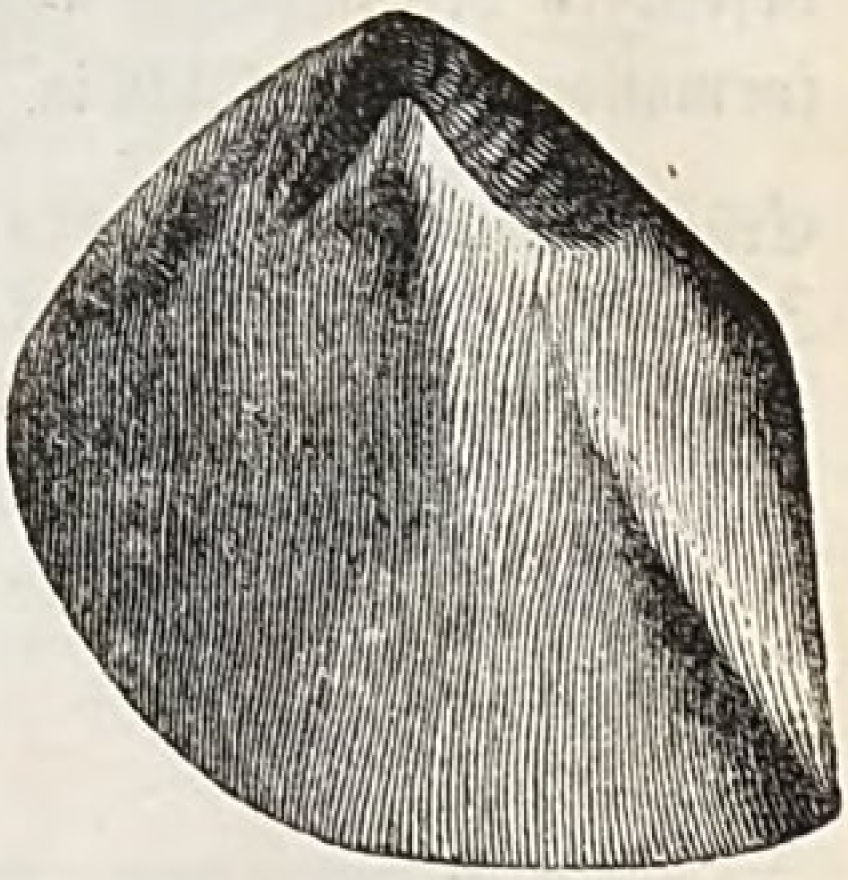


Fig. 104.
Myophoria (Trigonia) vulgaris.

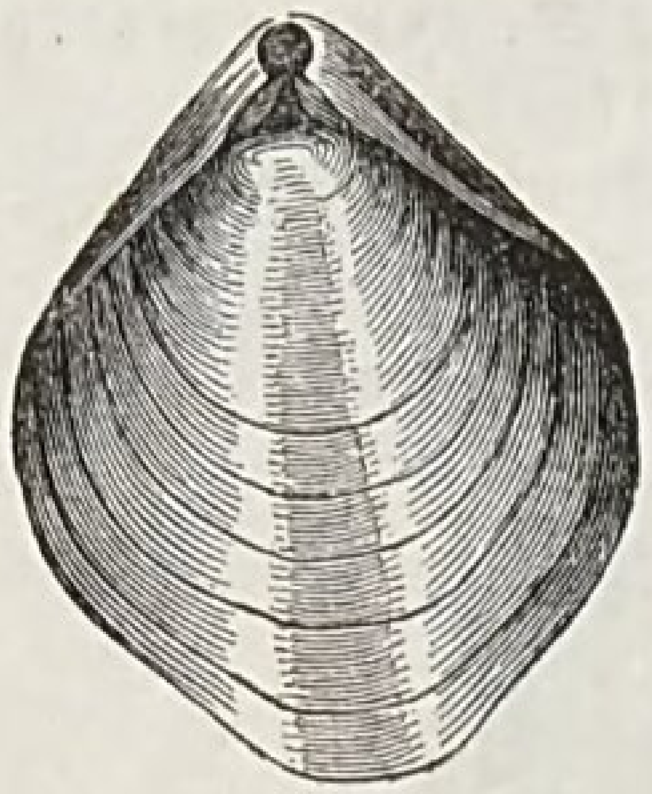


Fig. 105. Terebratula vulgaris.

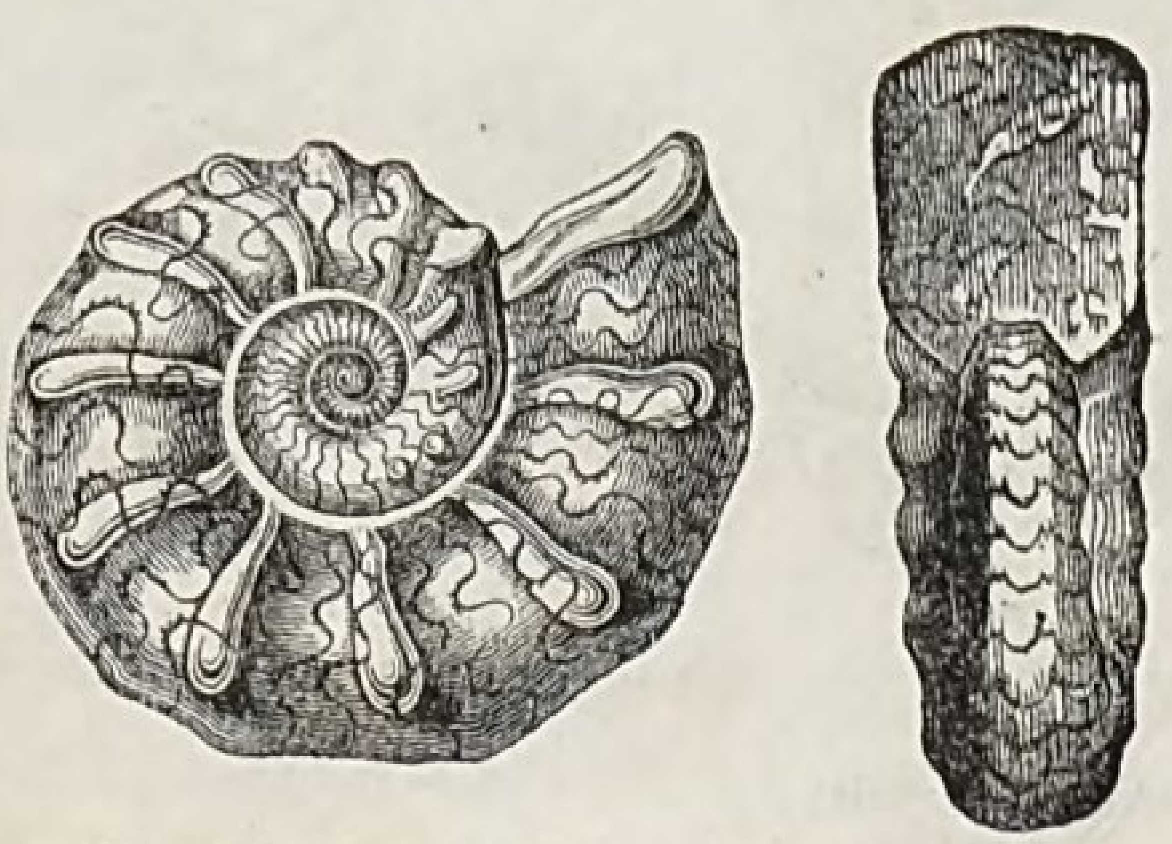


Fig. 106. Ceratites (Ammonites) nodosus.



Fig. 107.
Posidonomya minuta.



Fig. 108.
Zahn von Hybodus plicatilis.



Fig. 109.
Zahn von Acrodus Gaillardoti.

Petrefakten der Triasformation.



Fig. 110. Schuppe von Gyrolepis Albertii.

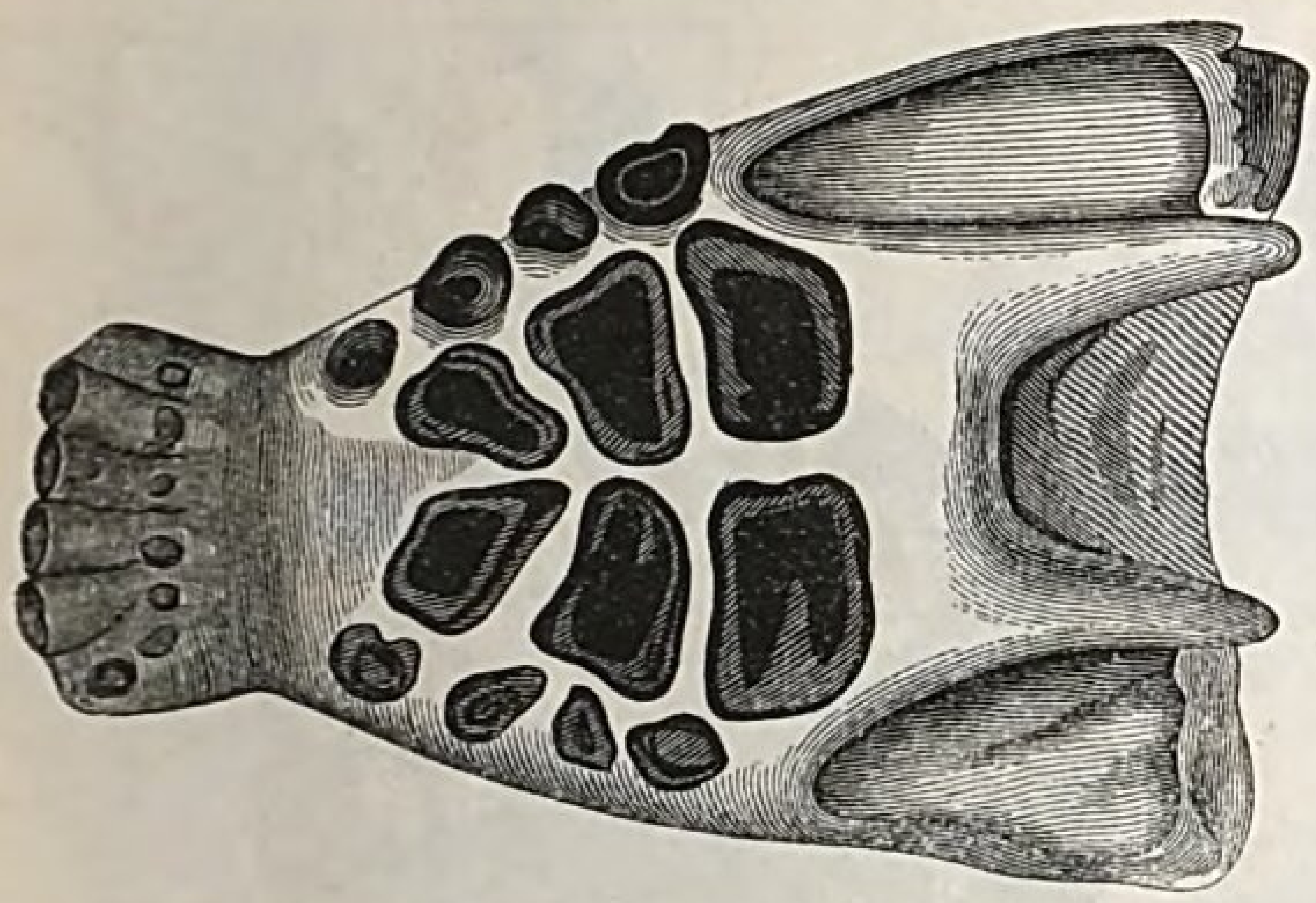


Fig. 111. Schädel von Placodus Andriani. Gaumenfläche mit den Gaumenzähnen. Die Schneidezähne sind ausgefallen.



Fig. 112. Zahn von Saurichthys Mougeoti.

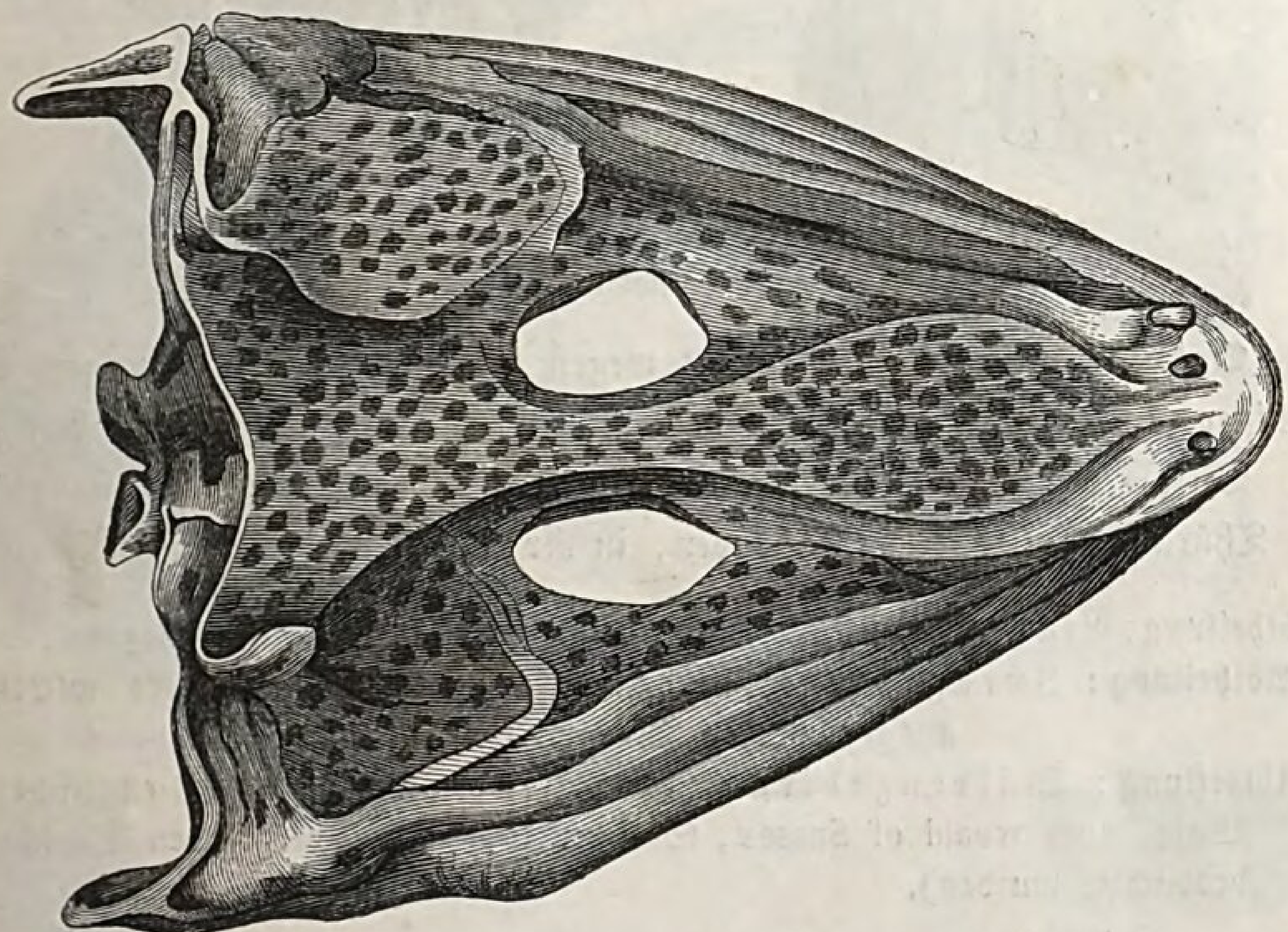


Fig. 113. Schädel von Mastodonsaurus Jaegeri.

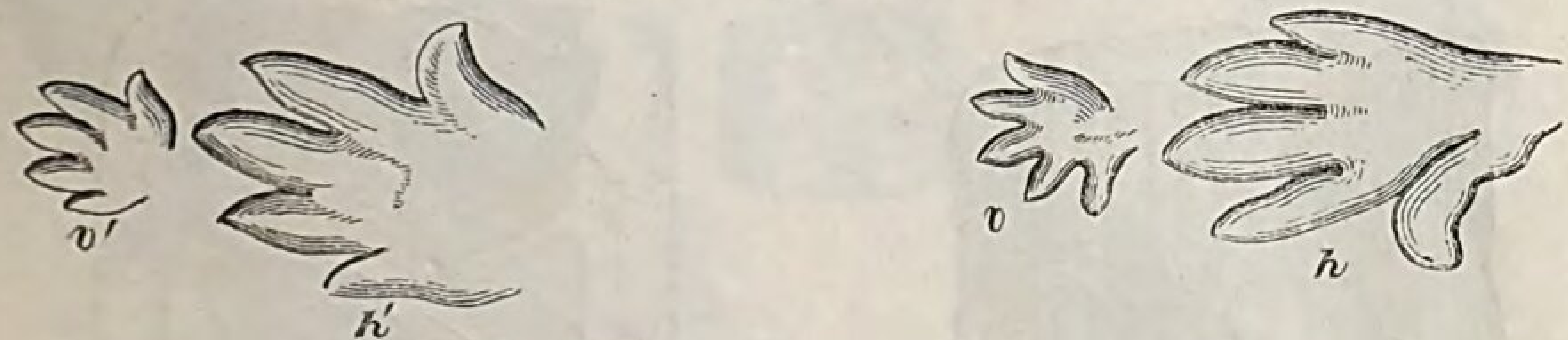


Fig. 114. Fußspuren aus dem Sandsteine von Heßberg bei Hildburghausen (vermuthlich von einem Labyrinthodonten).

h Rechter Hinterfuß. — *h'* Linker Hinterfuß. — *v* Rechter Vorderfuß. — *v'* Linker Vorderfuß.



Fig. 114 *a*. Vermuthliche Gestalt eines Labyrinthodonten.

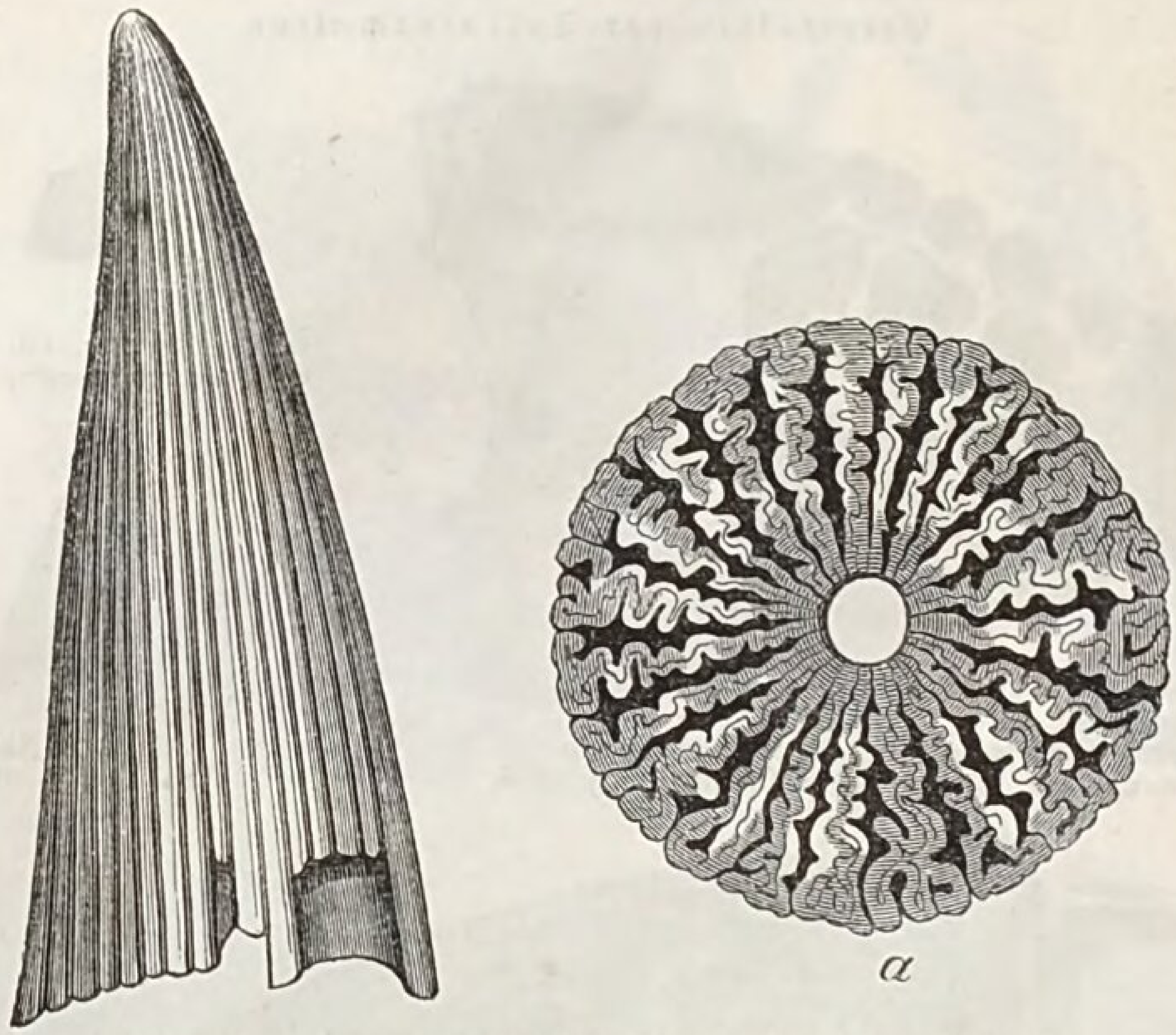


Fig 115. Zahn eines Labyrinthodonten (Mastodonsaurus Jaegeri).
a Ein Querschnitt desselben.

3. **Oolithformation**, so genannt wegen der vorzugsweise häufigen Schichten rundkörniger Kalksteine (Rogensteine oder Oolithen), welche in derselben gefunden werden. Diese Formation ist an der Oberfläche sehr verbreitet in Ost- und Westphalen, Thüringen, Franken, Schwaben, in der Jurakette und in den Alpen u. s. w.

Erste Abtheilung: Liasgebirge (der Name verzerrt aus dem englischen layers, Schichten).
Zweite Abtheilung: Juragebirge, so bezeichnet wegen des besonders wichtigen und ausgezeichneten Vorkommens im Jura.
Dritte Abtheilung: Wäldengebirge (der Name verzerrt aus dem englischen weald, Wald, vom weald of Sussex, Sussexer Wald, wo dergleichen Schichten zuerst beobachtet wurden).

Petrefakten der Oolithformation (Fig. 116—167).

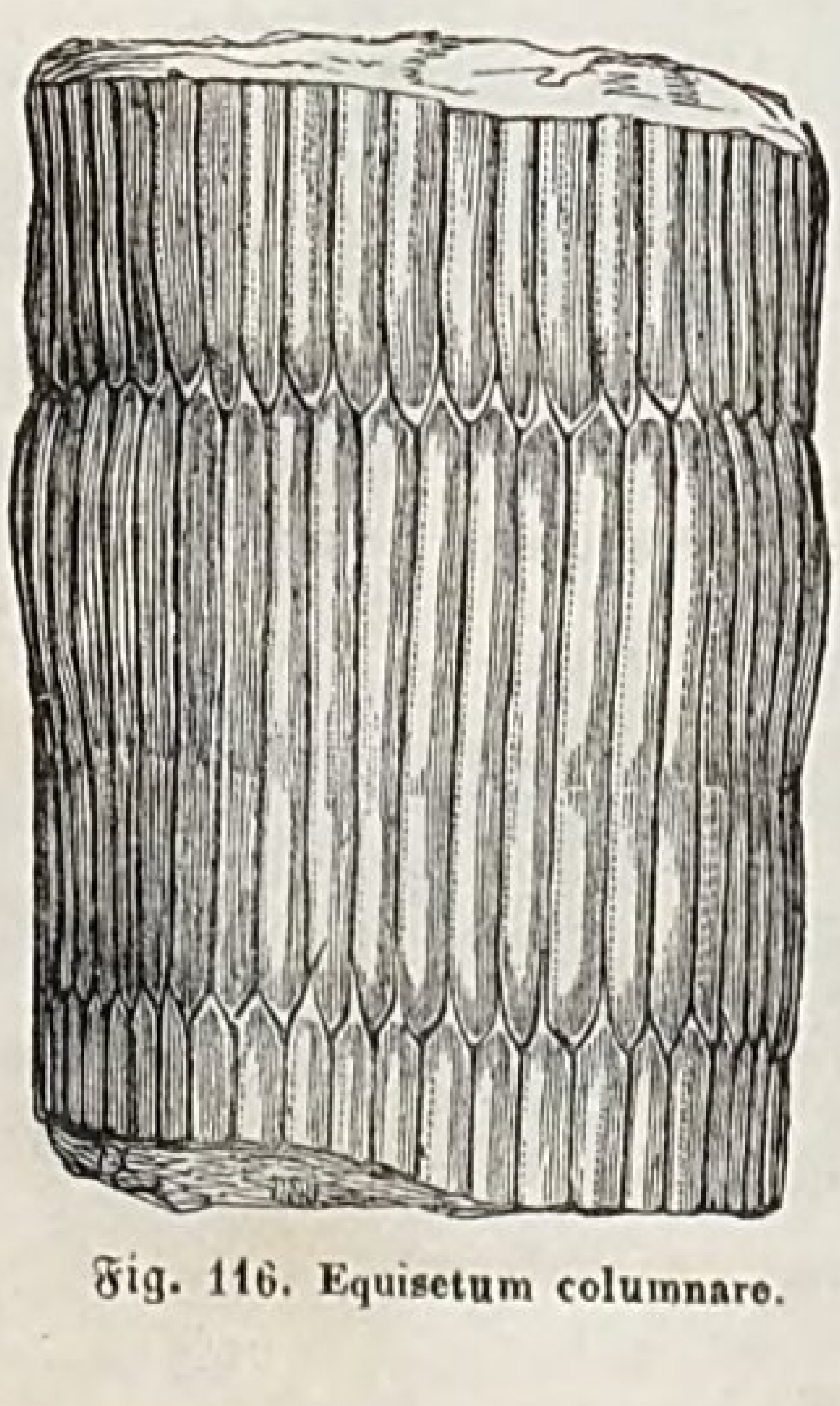


Fig. 116. Equisetum columnare.

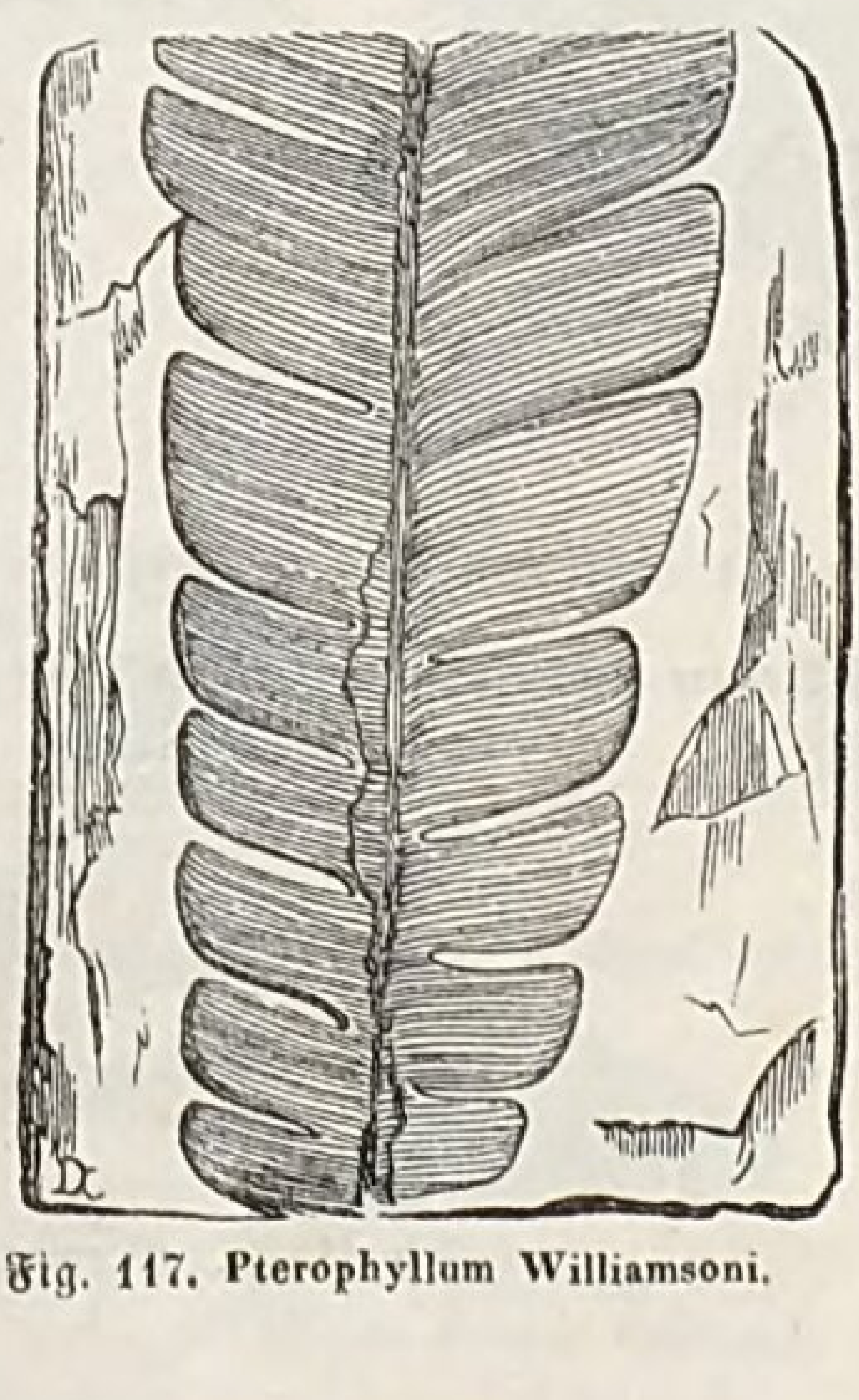


Fig. 117. Pterophyllum Williamsoni.

Petrefakten der Oolithformation.



Fig. 118. Brachyphyllum.



Fig. 119. *a*. Mantellia nidiformis.

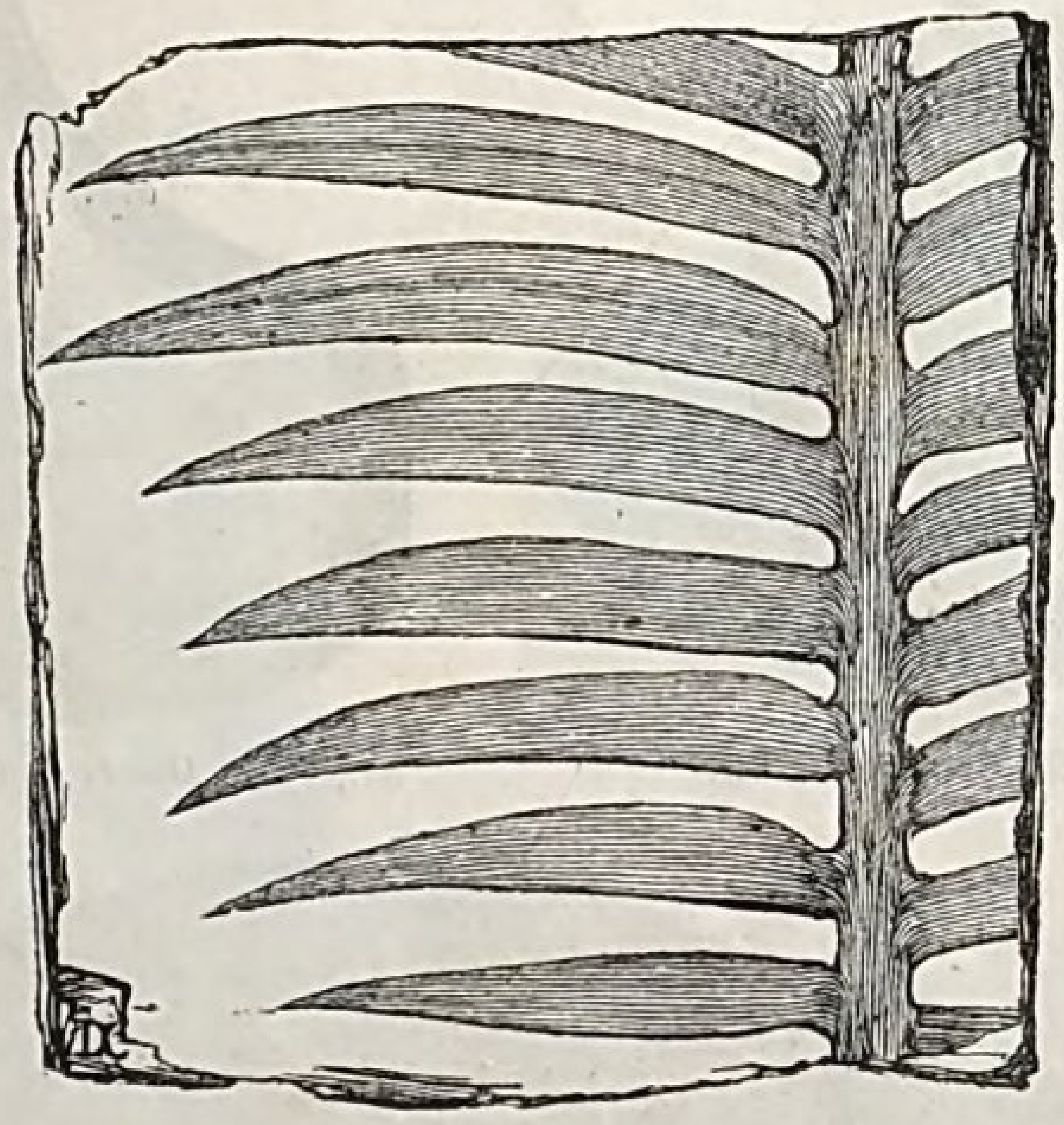


Fig. 119. Zamia feneonis

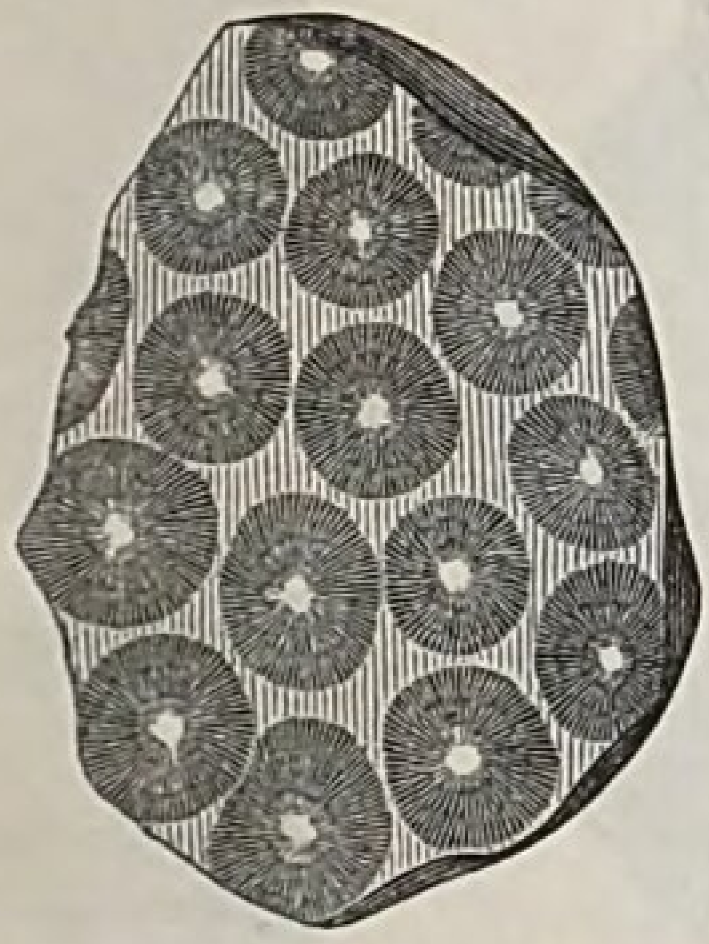


Fig. 120. Astraea helianthoides.



Fig. 121. *a*. Apiocrinites rotundus,

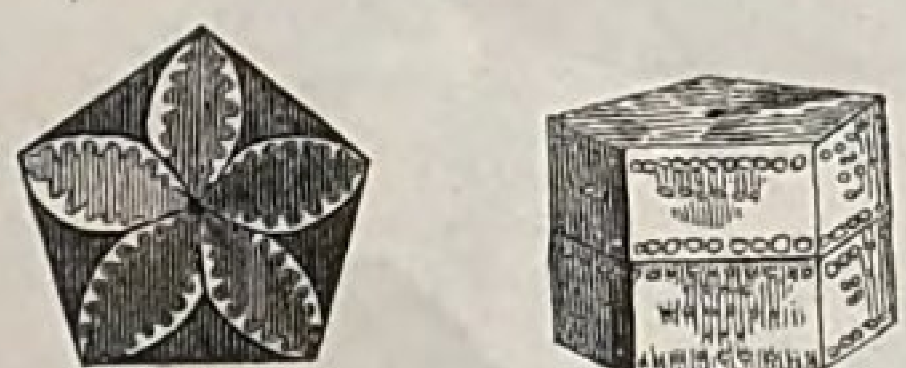


Fig. 121. Stielstücke von Pentacrinites basaltiformis.



Fig. 122. Cidaris coronata.



Fig. 123. Stachel von Cidaris coronata,

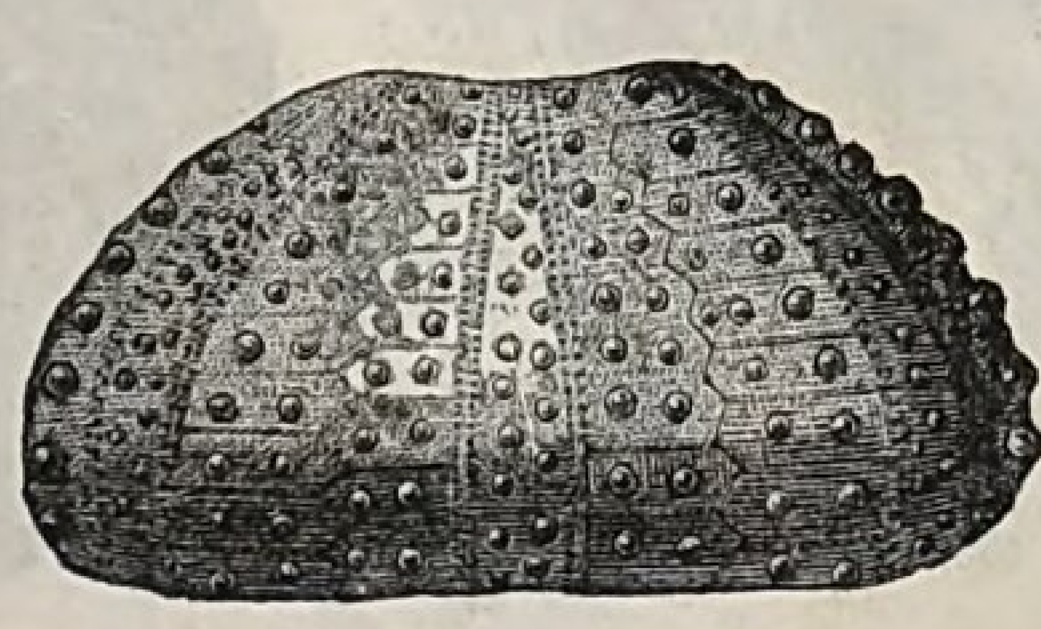


Fig. 124. Diadema seriale.

Petrefakten der Oolithformation.

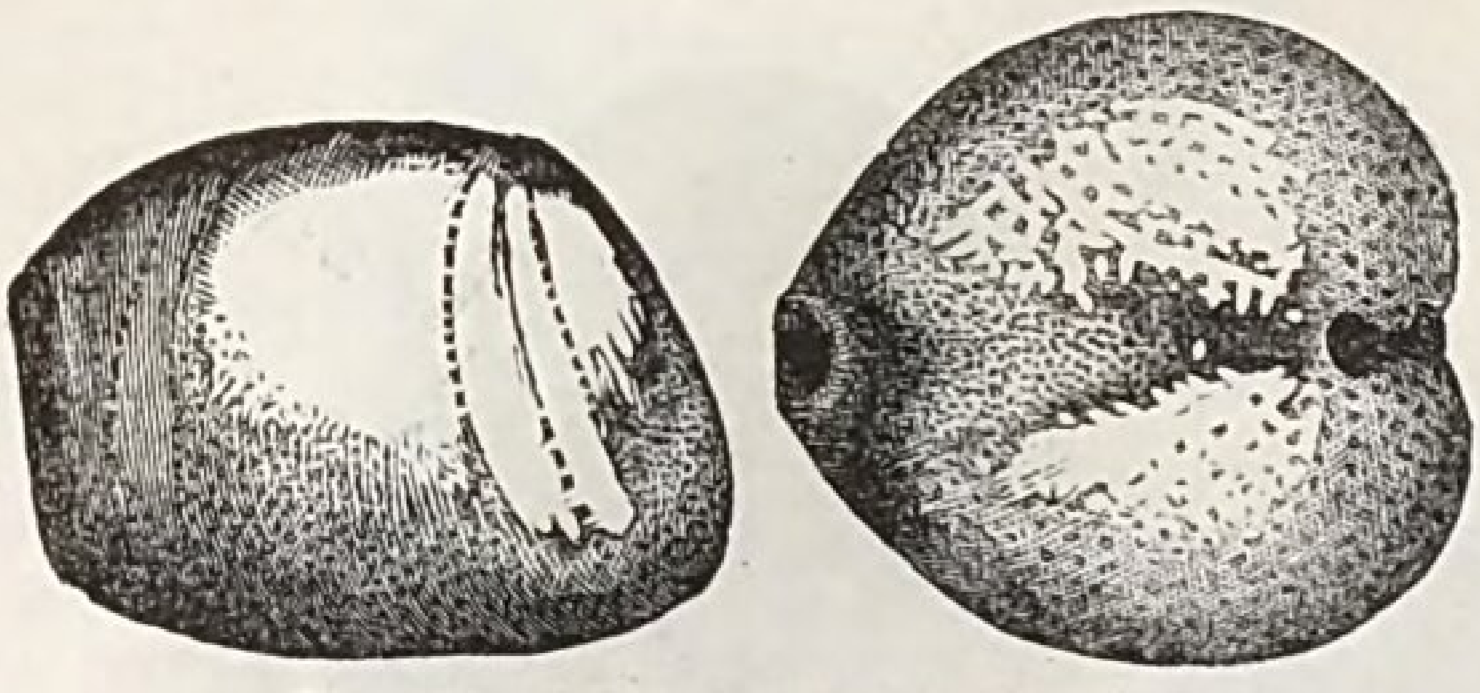


Fig. 125. Ananchytes bicordatus.



Fig. 126. Ostrea deltoidea.



Fig. 127. Ostrea Marshii.



Fig 128 Ostrea acuminata.



Fig. 129. Gryphaea dilatata.

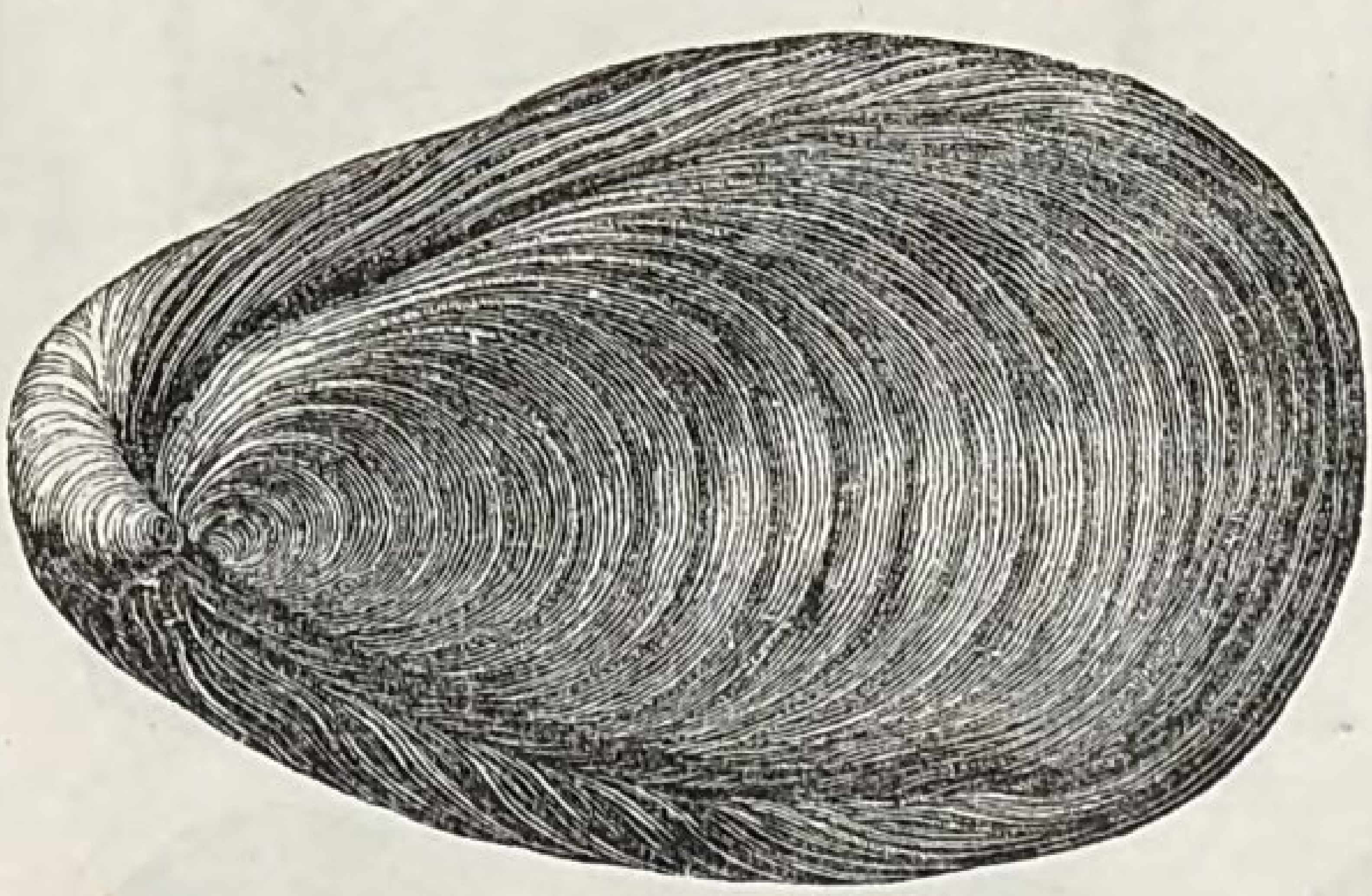


Fig. 130. Gryphaea cymbium.



Fig. 131. Gryphaea arcuata.



Fig. 132. Exogyra virgula.

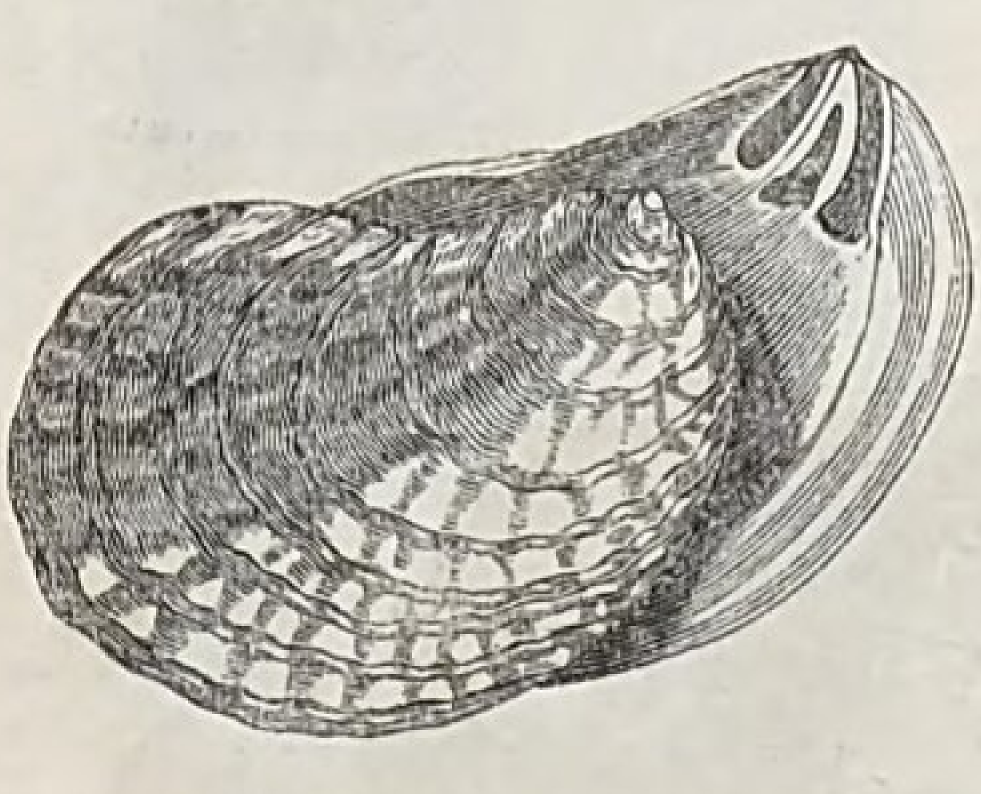


Fig. 133. Plicatula spinosa.

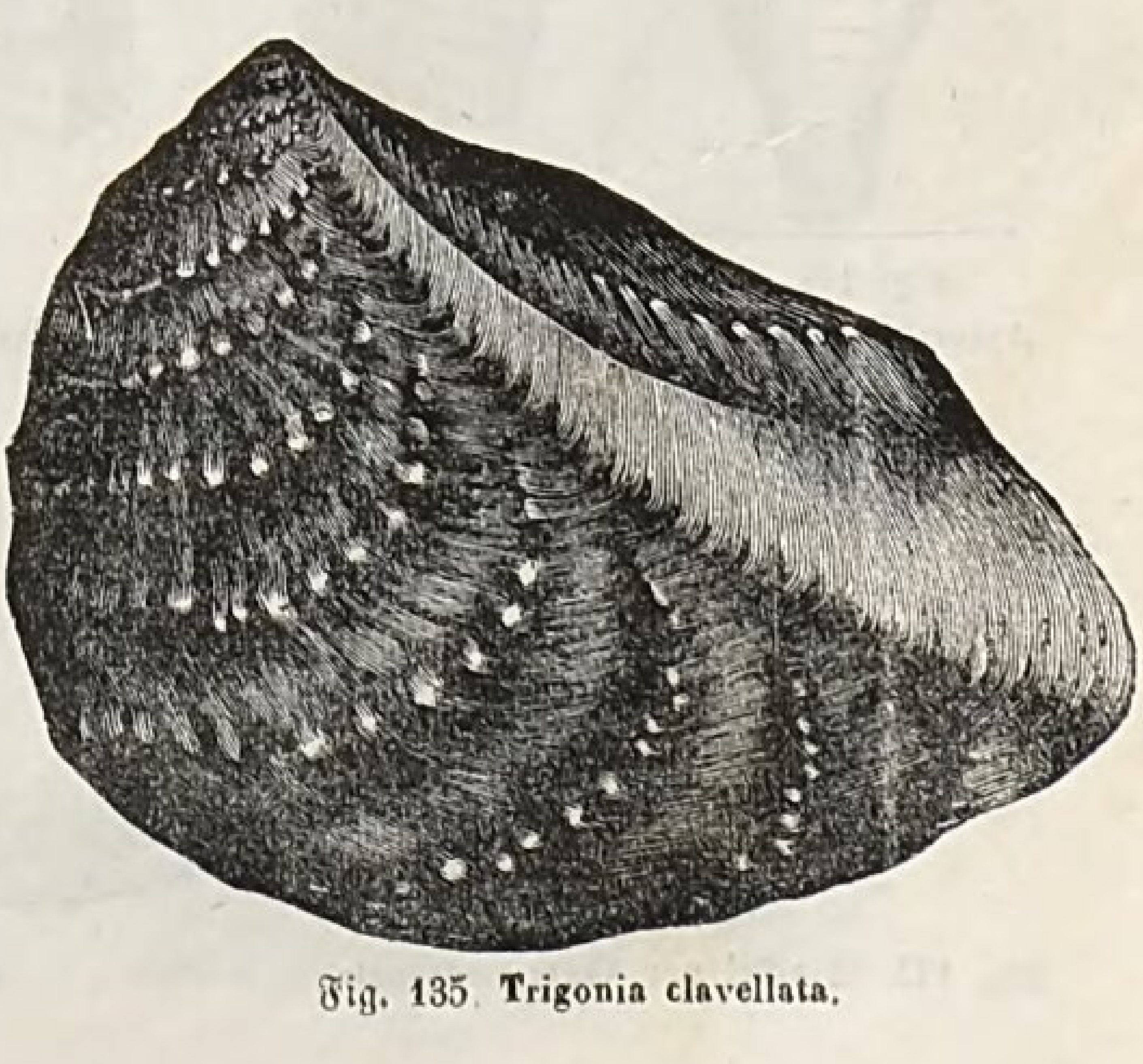


Fig. 135 Trigonia clavellata.

Petrefakten der Oolithformation.



Fig. 134. Pecten lugdunensis.

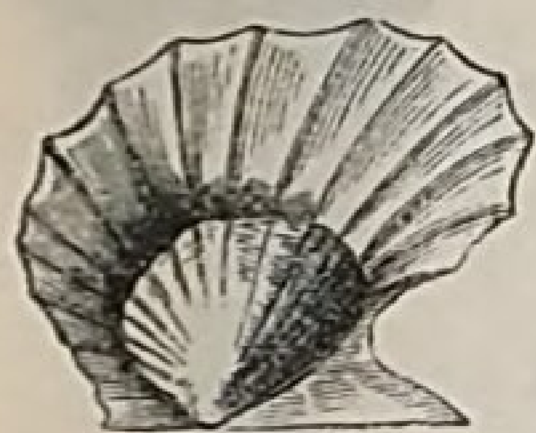


Fig. 136.
Avicula inaequivalvis.

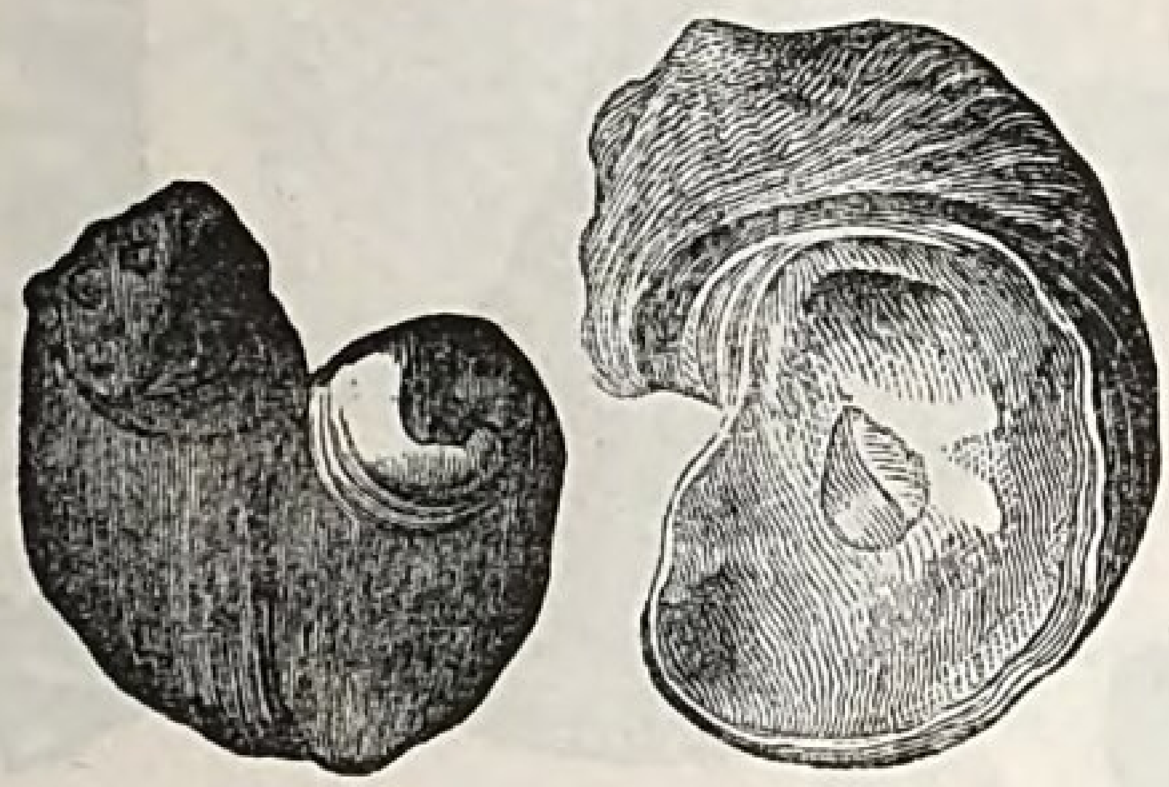


Fig. 137. Diveras arietina.

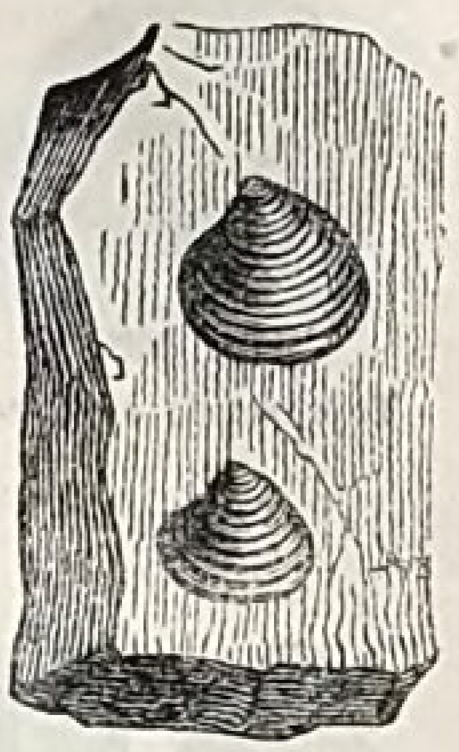


Fig. 138.
Astarte minima.

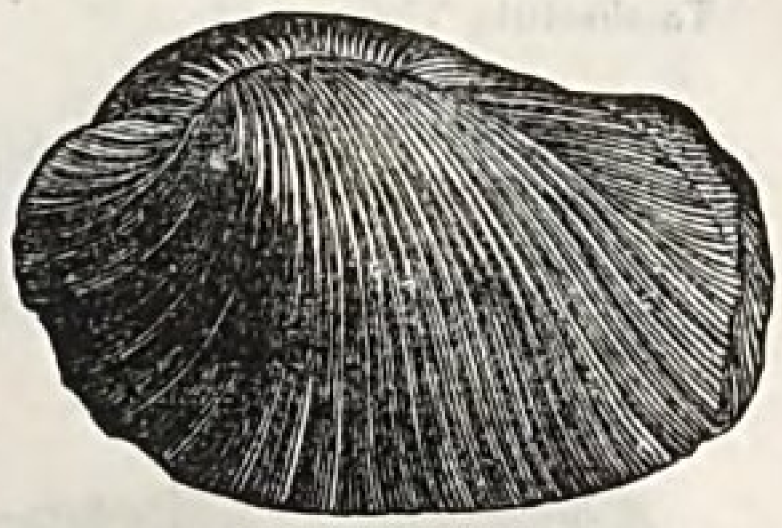


Fig. 141. Pholadomya acuticosta.



Fig. 139. Astarte elegans.



Fig. 140. Plagiostoma giganteum.

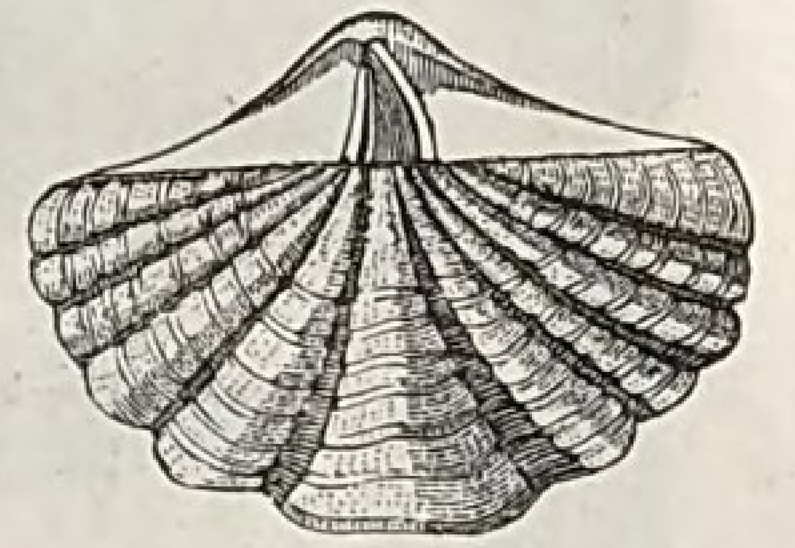


Fig. 143. Spirifer Walcoti.



Fig. 142. Mya rugosa.

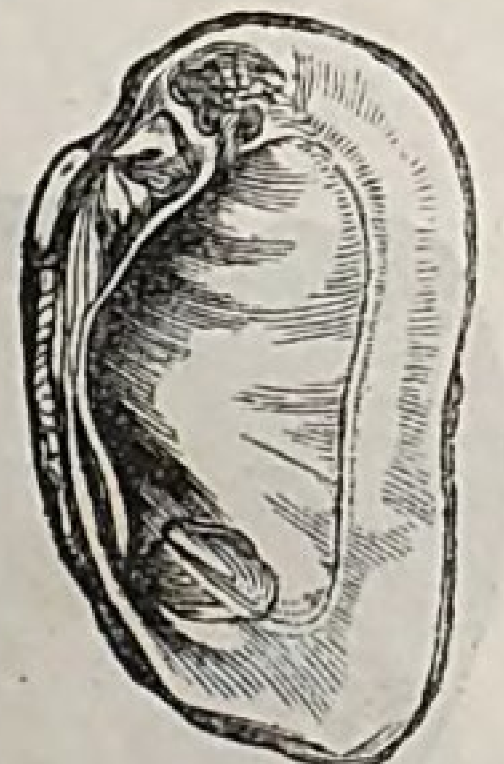


Fig. 142. *a.*
Unio littoralis.

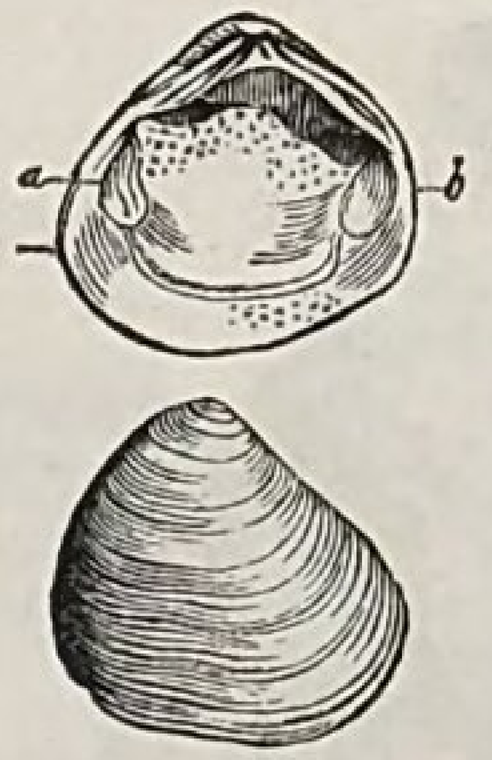


Fig. 142. *b*
Cyclas obovata.



Fig. 142. *c.*
Anodonta Cordieri.

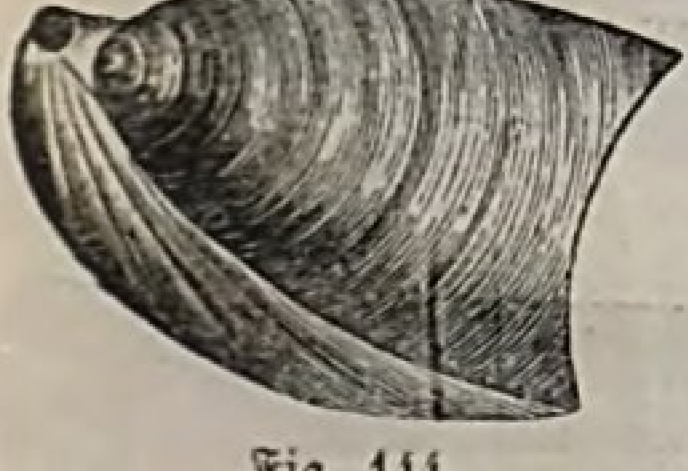


Fig. 144.
Terebratula digona.



Fig. 145.
Terebratula globata.



Fig. 146.
Terebratula impressa.



Fig. 147.
Terebratula sella.

Petrefakten der Oolithformation.

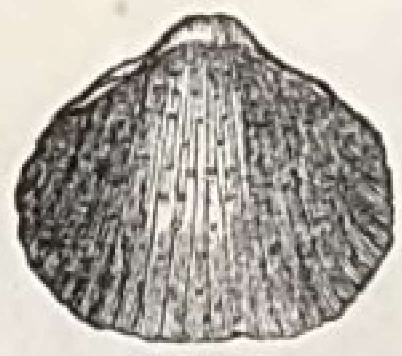


Fig. 148.
Terebratula spinosa.

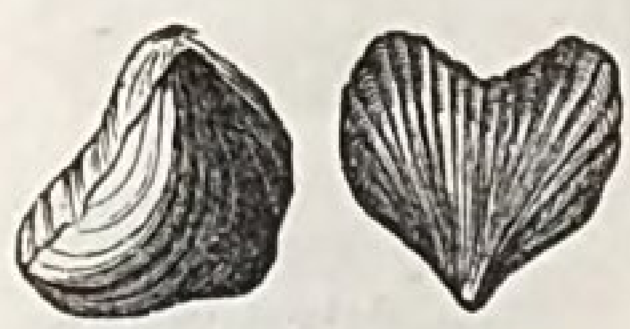


Fig. 149.
Terebratula Thurmanni.



Fig. 150. Pleurotomaria conoidea.



Fig. 151.
Nerinaea Godhallii.



Fig. 152. Nerinaea Mosae.

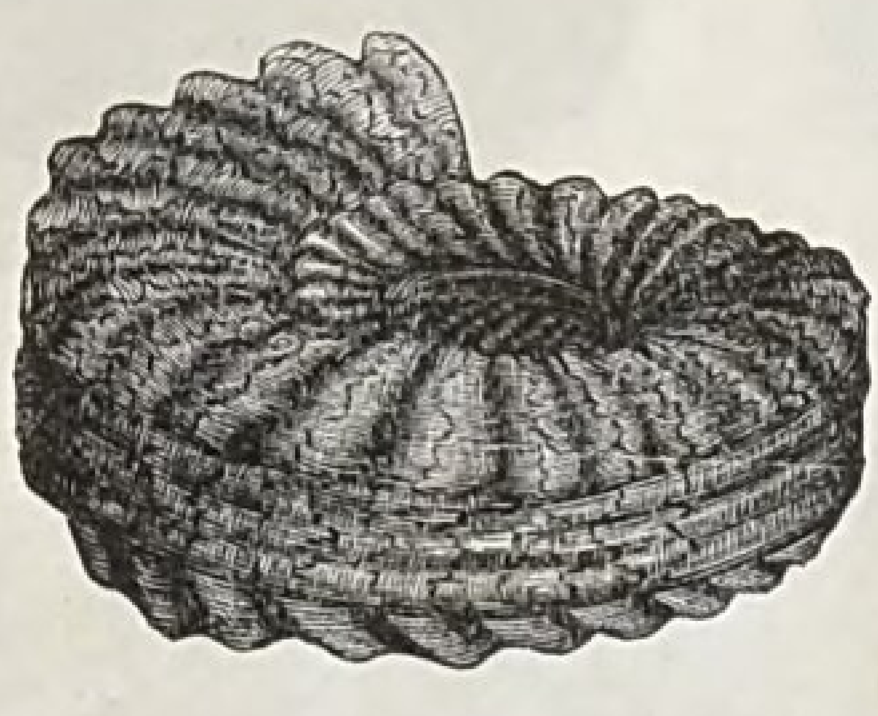


Fig. 153. Ammonites Bucklandi.



Fig. 154. Ammonites catena.



Fig. 154. *a.*
Ammonites Brongniarti.



Fig. 155. Ammonites striatulus.

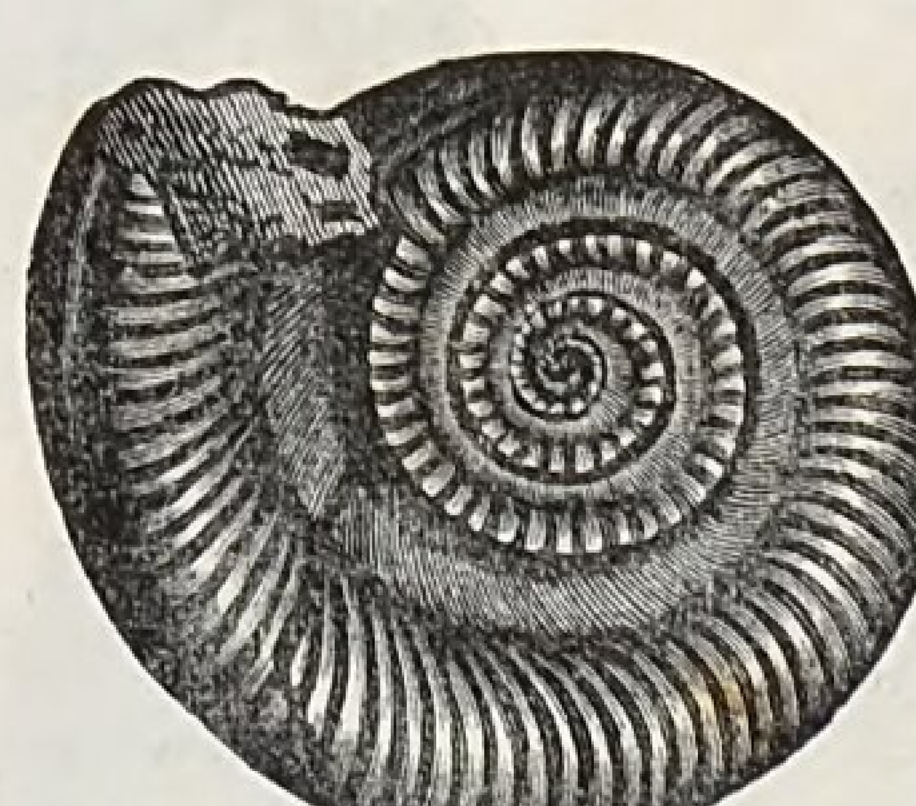


Fig. 156. Ammonites Walcoti.

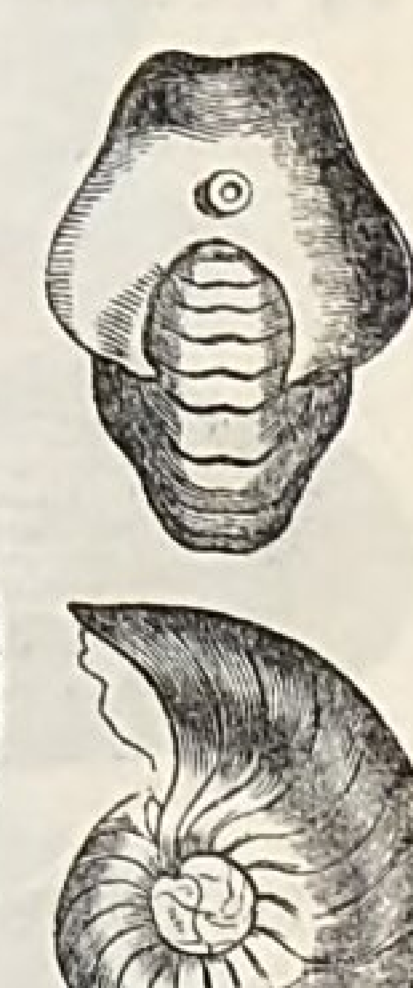


Fig. 156. *a.*
Nautitus truncatus.

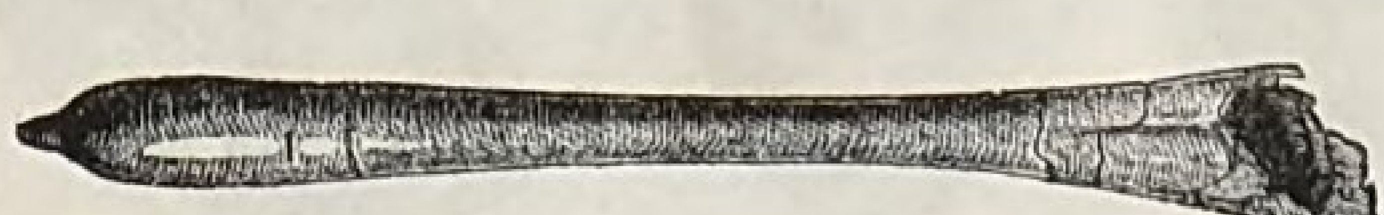


Fig. 157. Belemnites pistilliformis.



Fig. 158. Belemnites sulcatus.

Petrefakten der Oolithformation.



Fig. 159. Tintensack eines Belemniten.

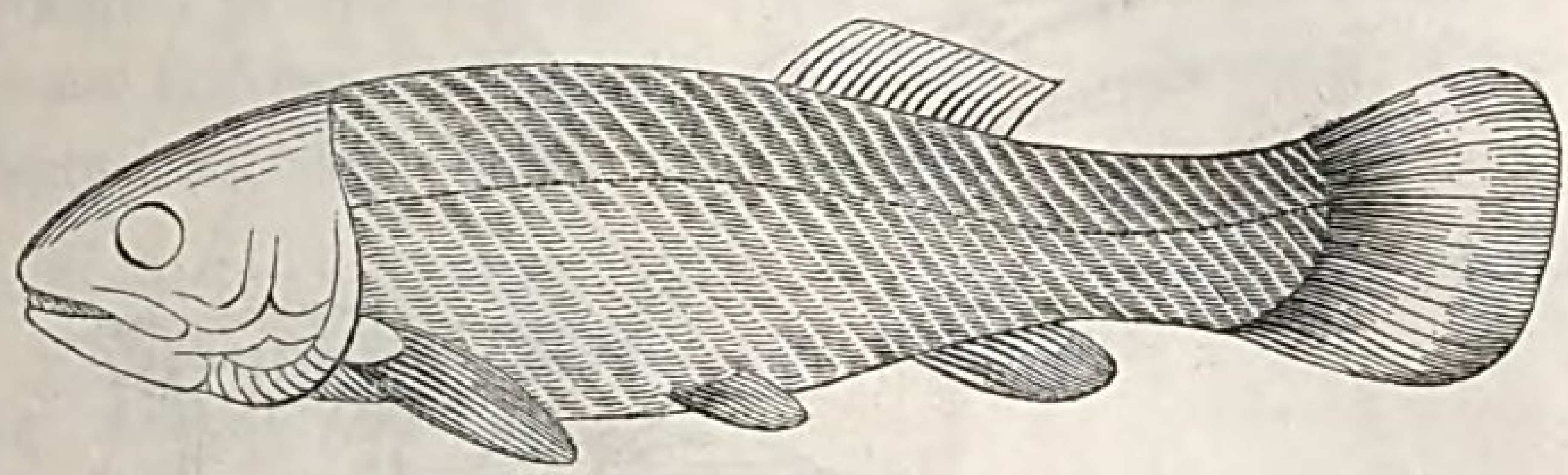


Fig. 160. Ein Megalurus aus der Familie der Sauroiden.

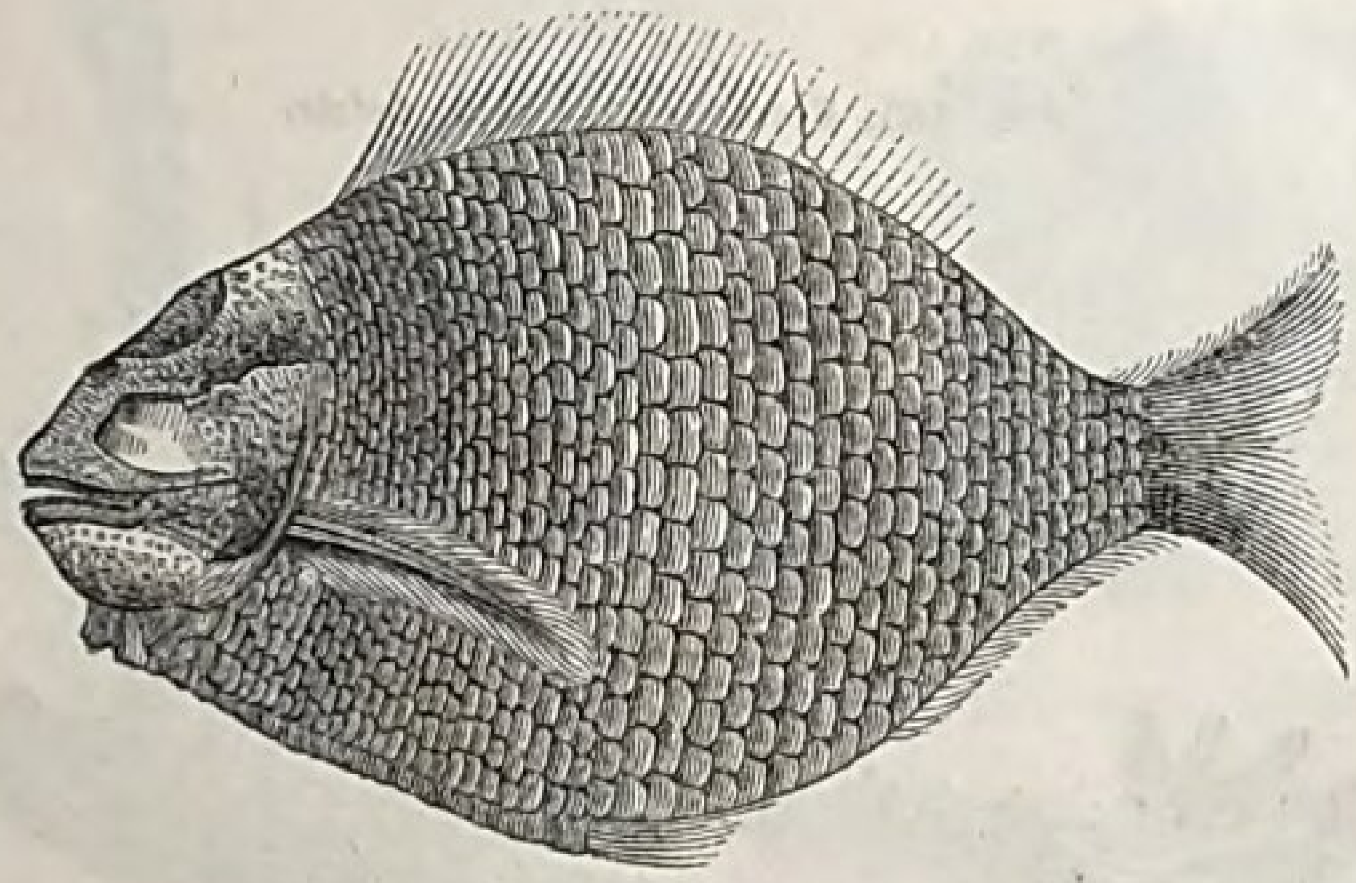


Fig. 161. Dapedius politus.

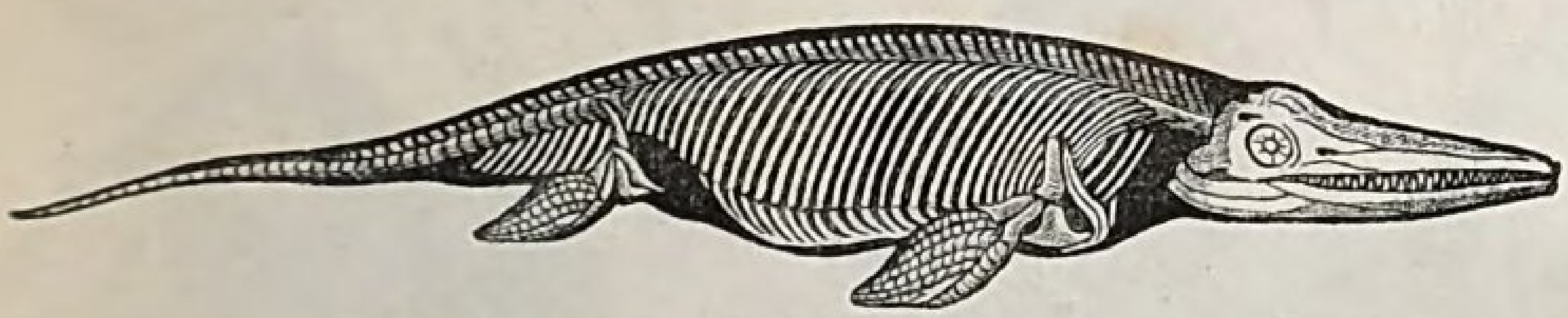


Fig. 162. Skelett von Ichthyosaurus communis.

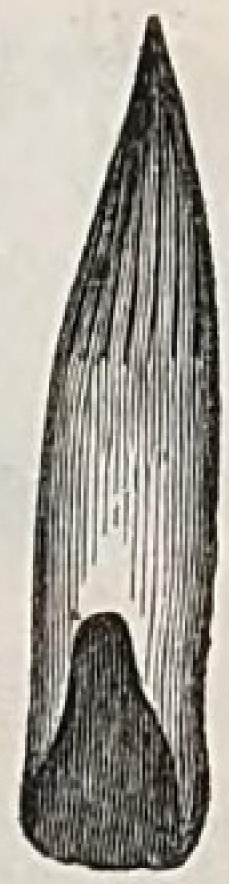


Fig. 163. Zahn von Ichthyosaurus communis.

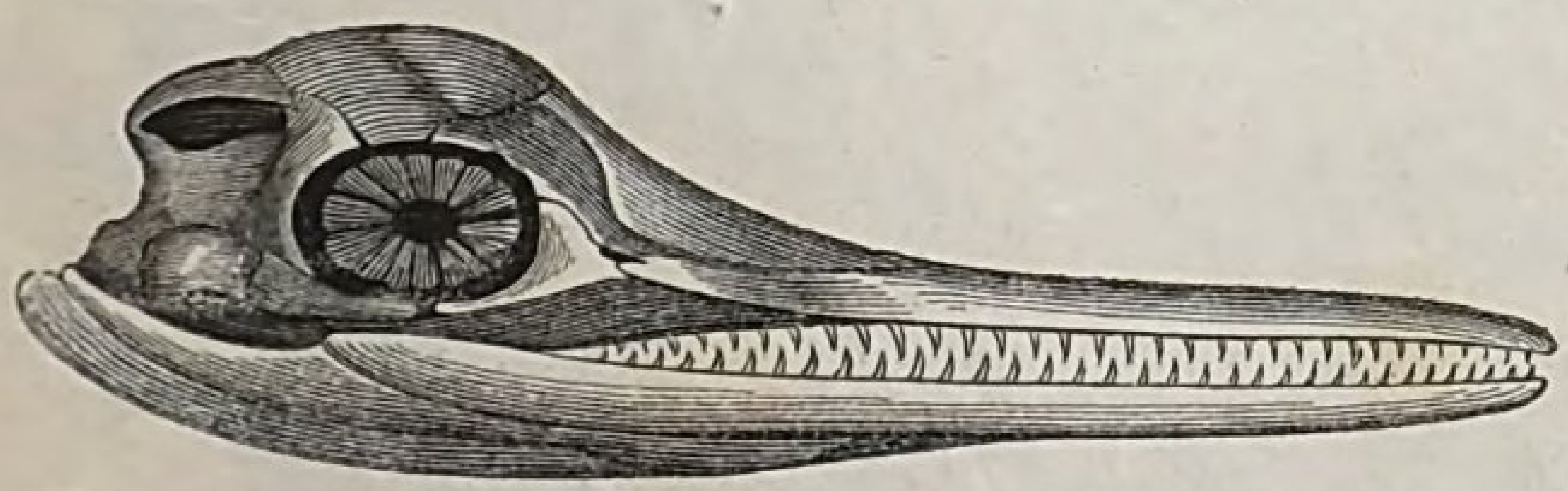


Fig 162 a. Schädel von Ichthyosaurus communis.



Fig. 164. Skelett von Plesiosaurus dolichodeirus.



Fig. 164. a Zahn von Plesiosaurus dolichodeirus.

Petrefakten der Oolithformation.

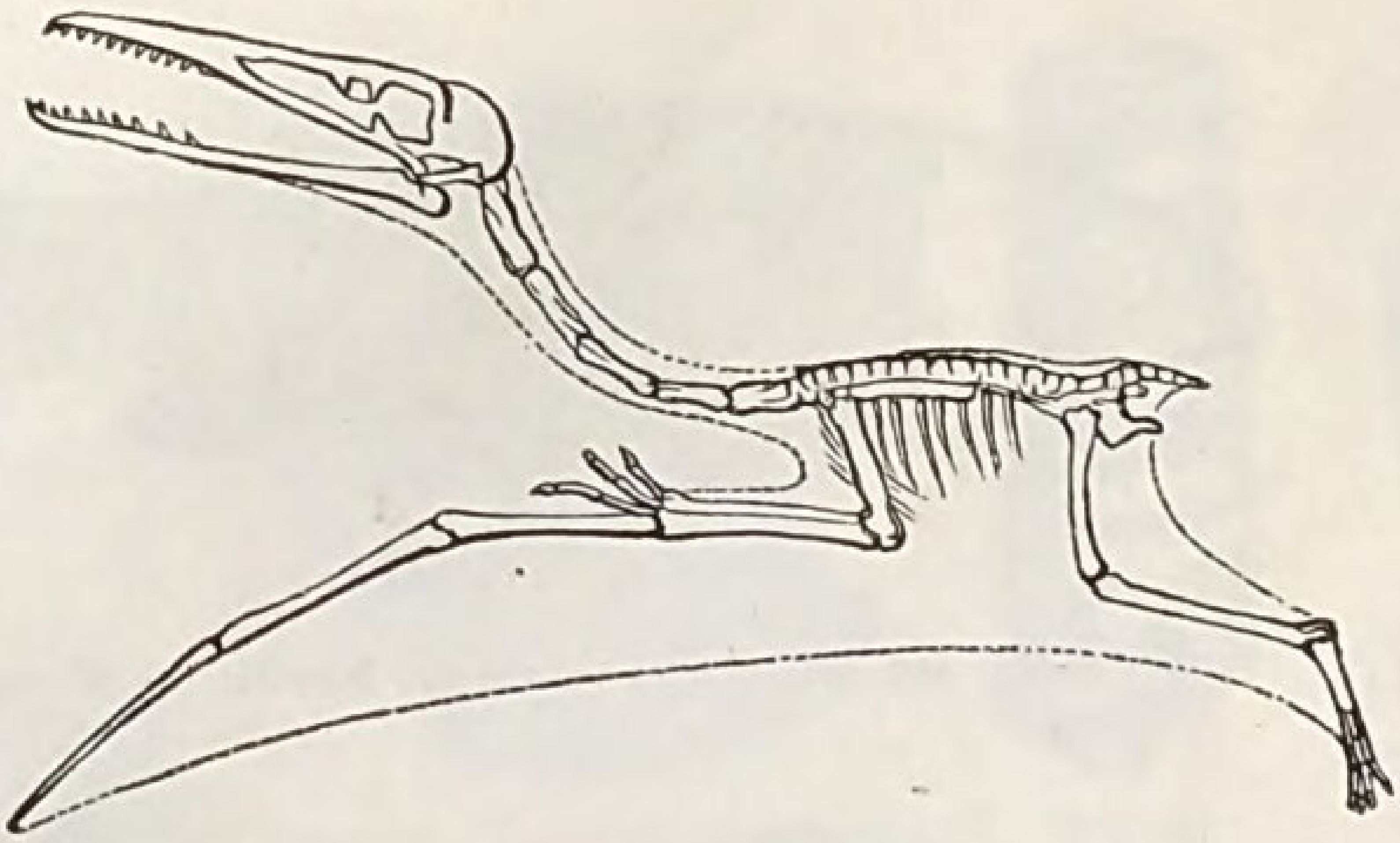


Fig. 165. Pterodactylus longirostris.

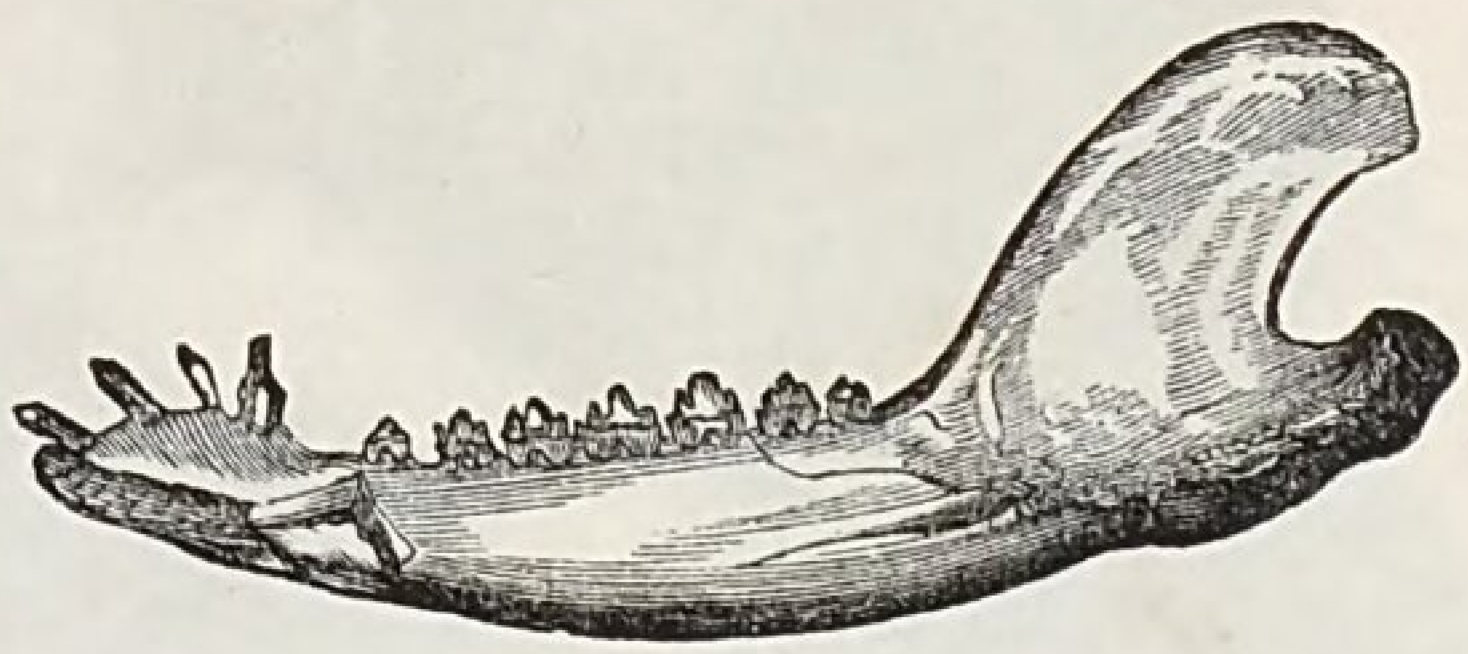


Fig. 166. Unterkiefer von Phascolotherium Bucklandi.



Fig. 167. Vermuthlicher Zustand der Schöpfung während der Oolithperiode.

4. **Kreideformation**, benannt nach der weißen Kreide, welche bedeutende Schichten in dieser Formation zu bilden pflegt. Dieselbe ist weit verbreitet an der Oberfläche oder nahe unter derselben in Pommern, Mecklenburg, Hannover, Obersachsen, Franken, Böhmen, Schlesien, in den Alpengebirgen u. s. w.

Erste Abtheilung: Grünsandgebirge, so benannt wegen häufiger, mit grünen Chloritkörnern erfüllter, Sandsteinschichten.

Zweite Abtheilung: Kreidekalkgebirge.

Petrefakten der Kreideformation (Fig. 168—205).



Fig 168 **Cristellaria rotulatata** (vergrößert).
a Natürliche Größe.



Fig. 169. **Dentalina sulcata** (vergrößert).
b Natürliche Größe.



Fig. 170. **Nummulina assilinoides.**

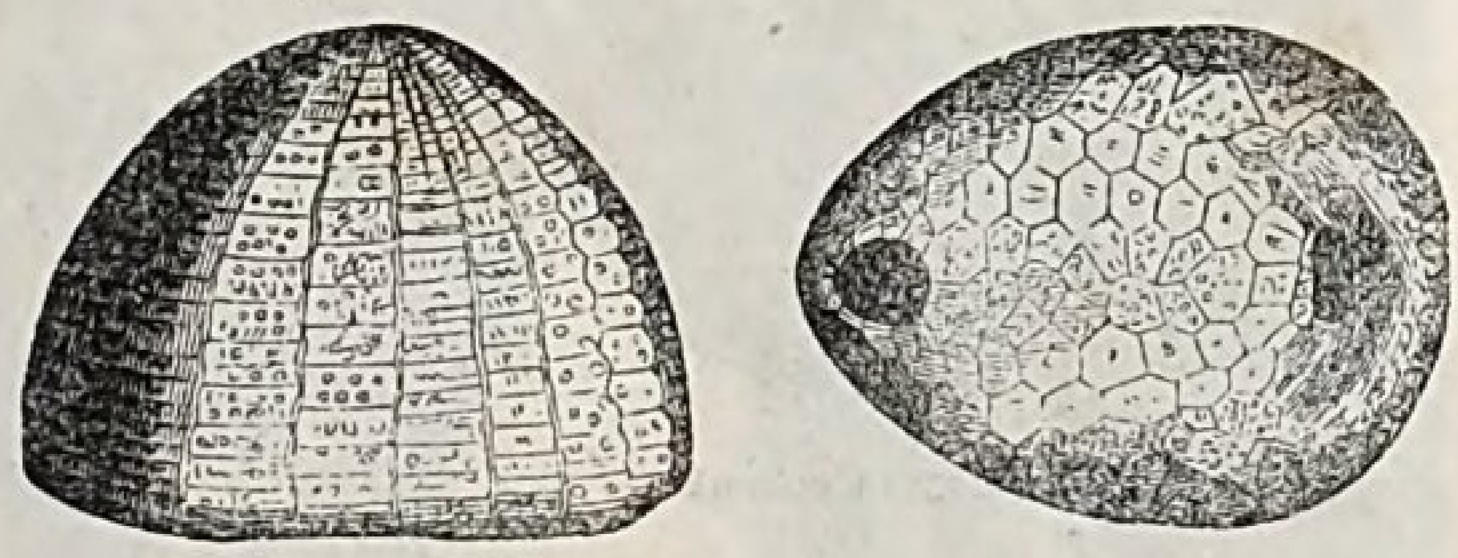


Fig. 171. **Ananchytes ovatus.**

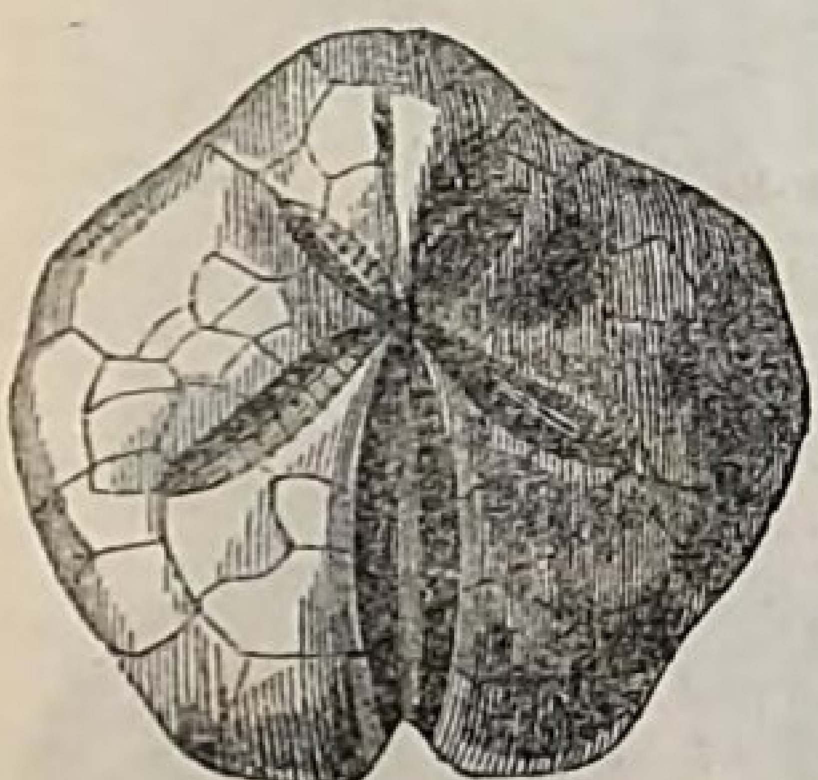


Fig. 172. **Spatangus ambulacrum.**



Fig. 173. **Spatangus cor anguinum.**

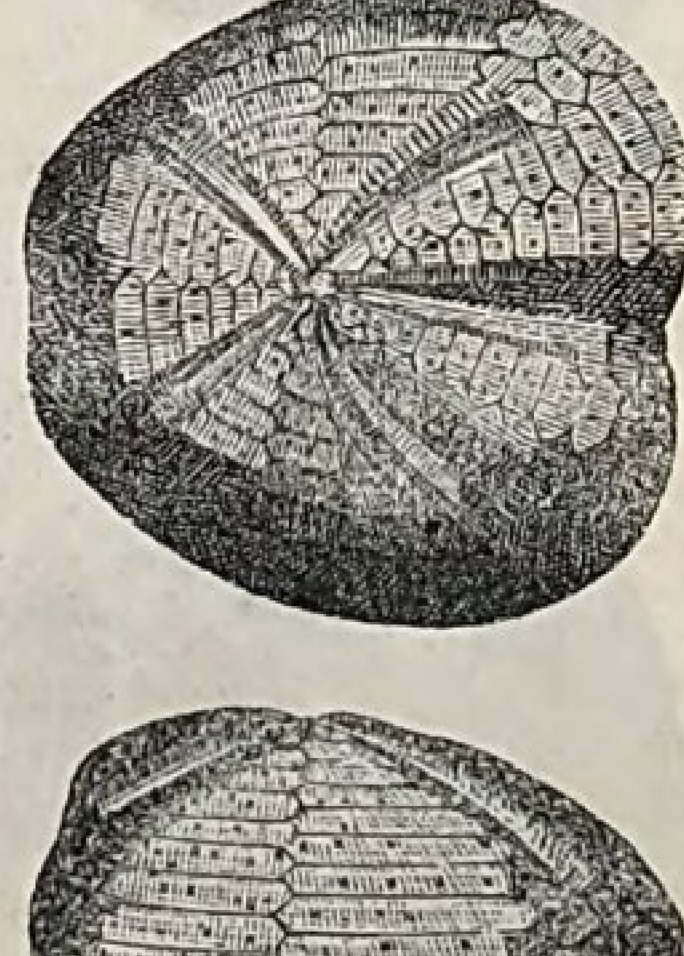


Fig. 174. **Spatangus retusus.**

Petrefakten der Kreideformation.



Fig. 175.
Inoceramus concentricus.

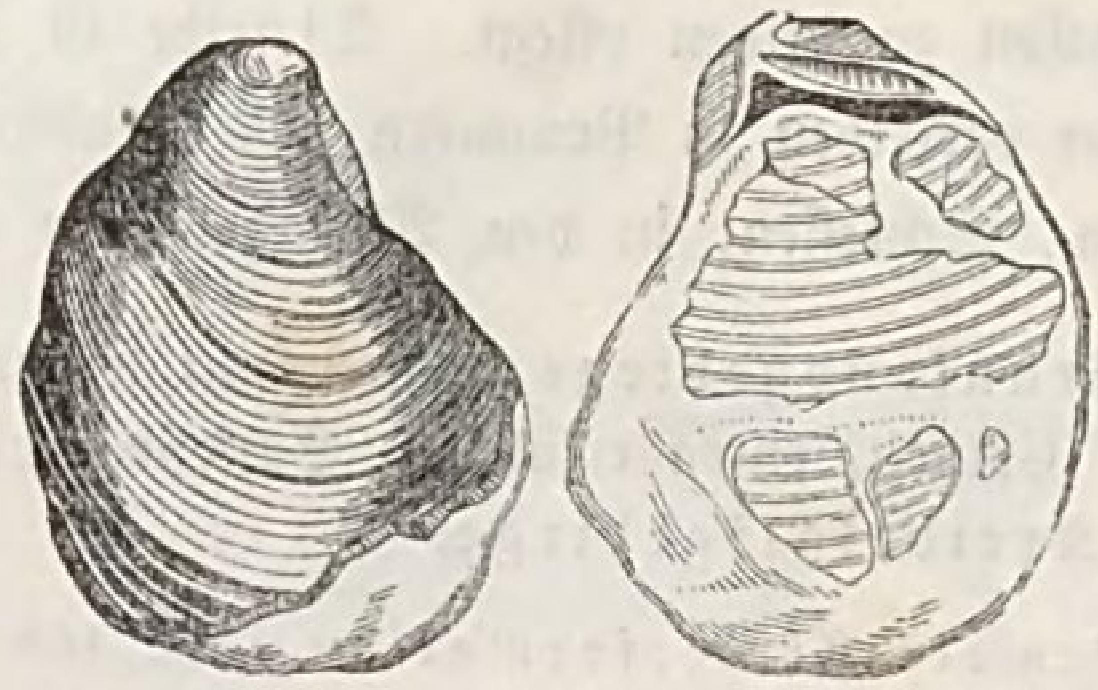


Fig. 176. Catillus Cuvieri



Fig. 177. Ostrea carinata.



Fig. 178. Ostrea vesicularis.



Fig. 179. Exogyra columba.

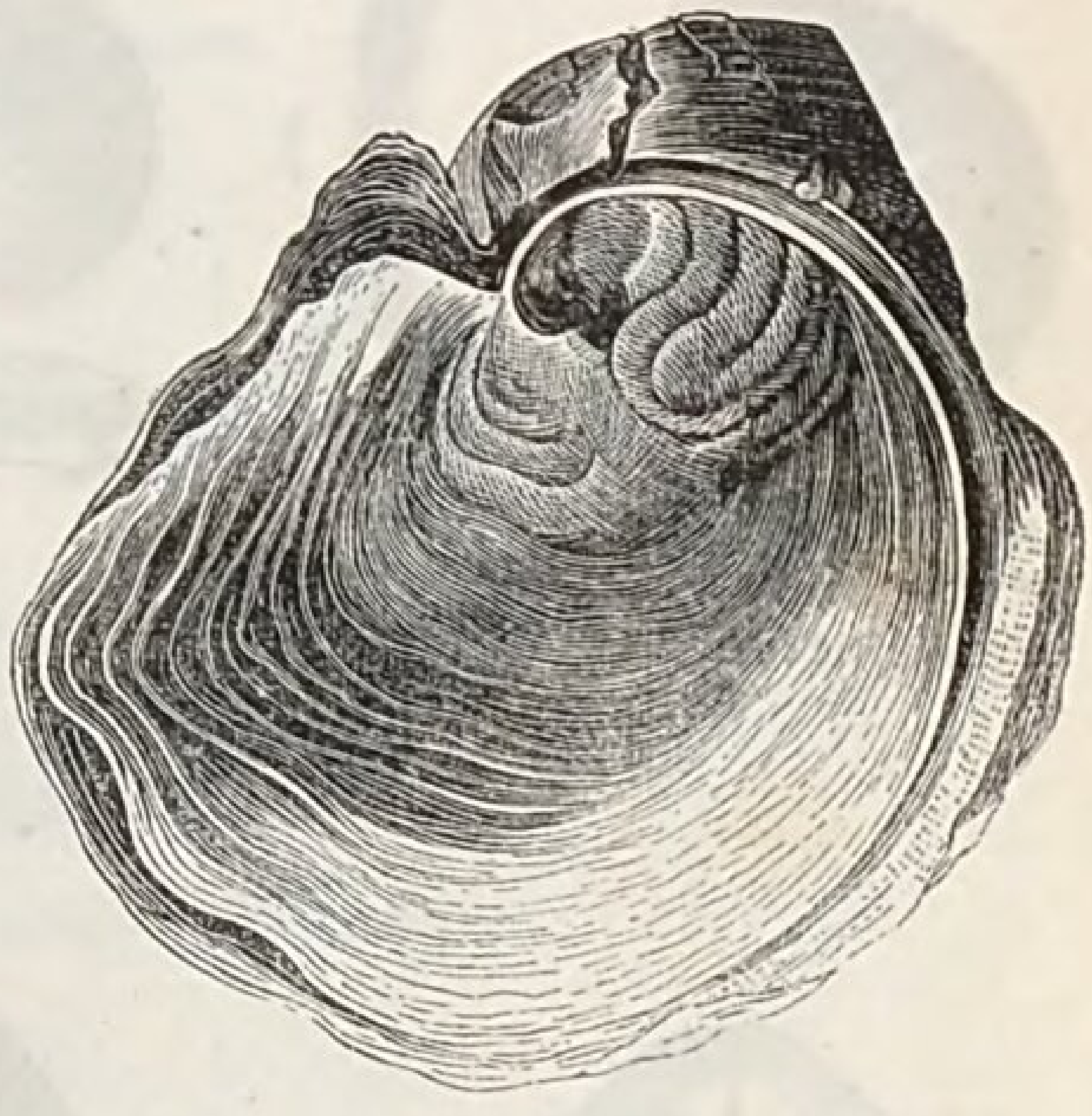


Fig. 180. Exogyra sinuata.

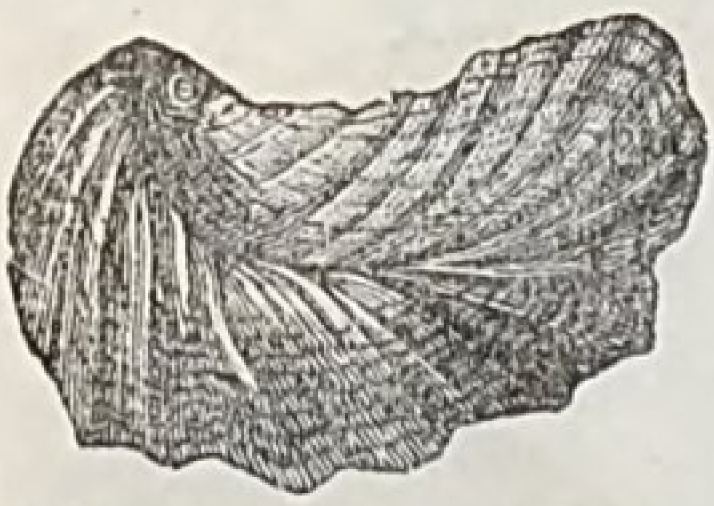


Fig. 181. Exogyra subplicata.



Fig. 182. Plicatula placunea.

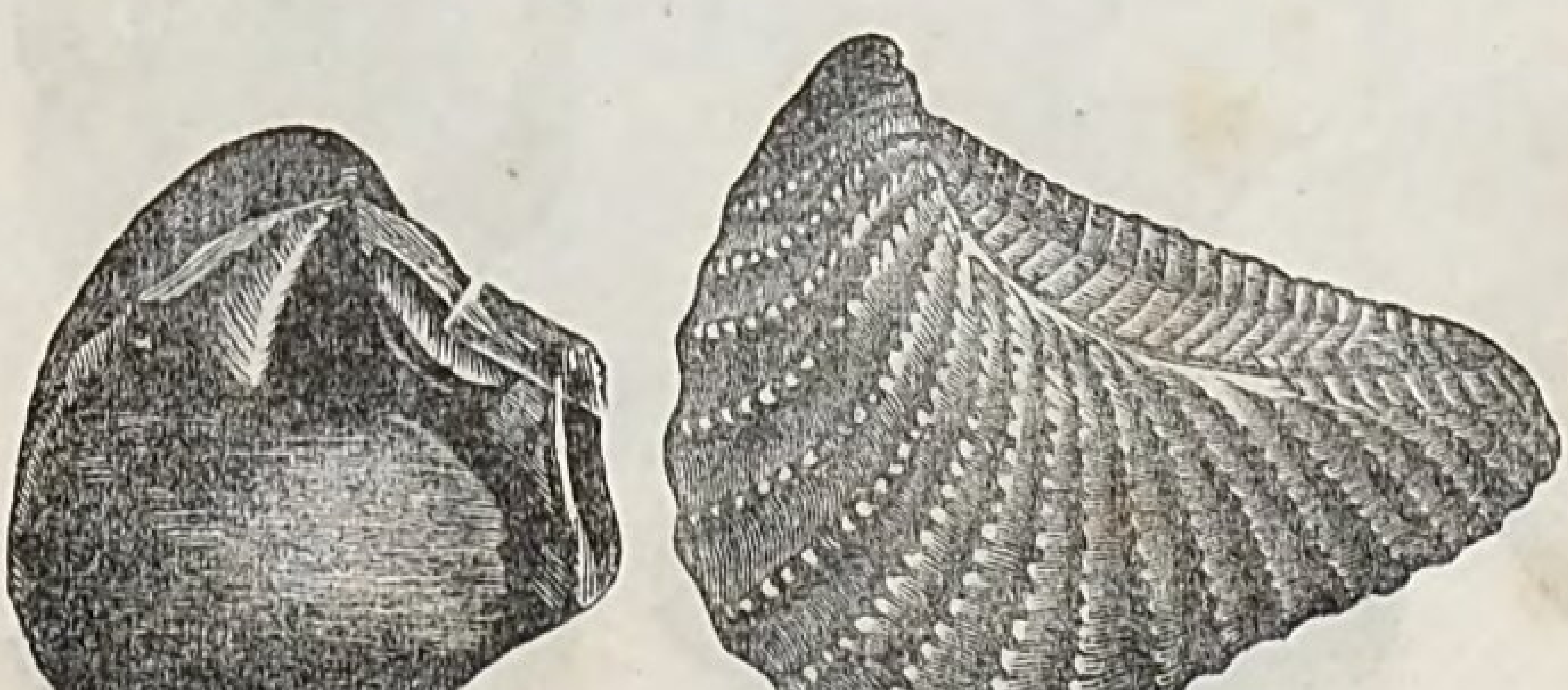


Fig. 183. Trigonia alaeformis.

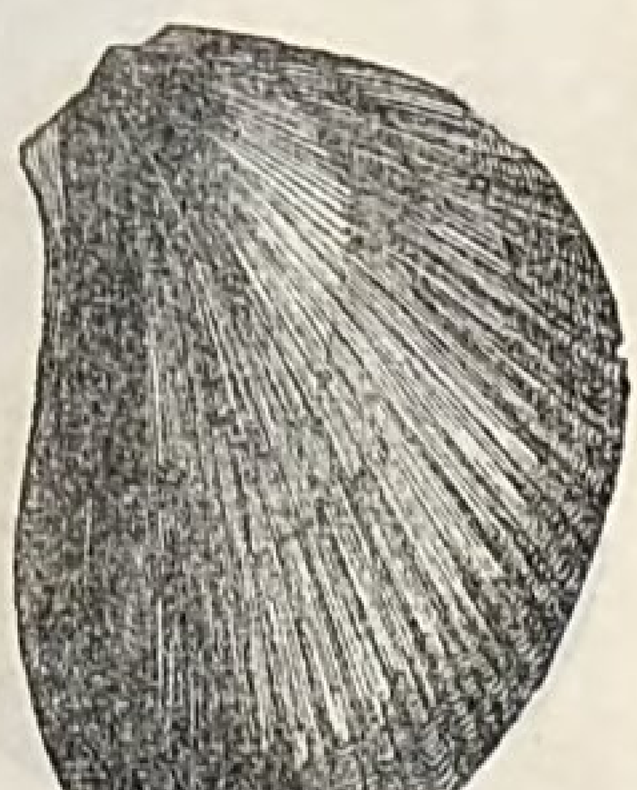


Fig. 184. Lima elegans.

Petrefakten der Kreideformation.



Fig. 185.
Plagiostoma spinosum.

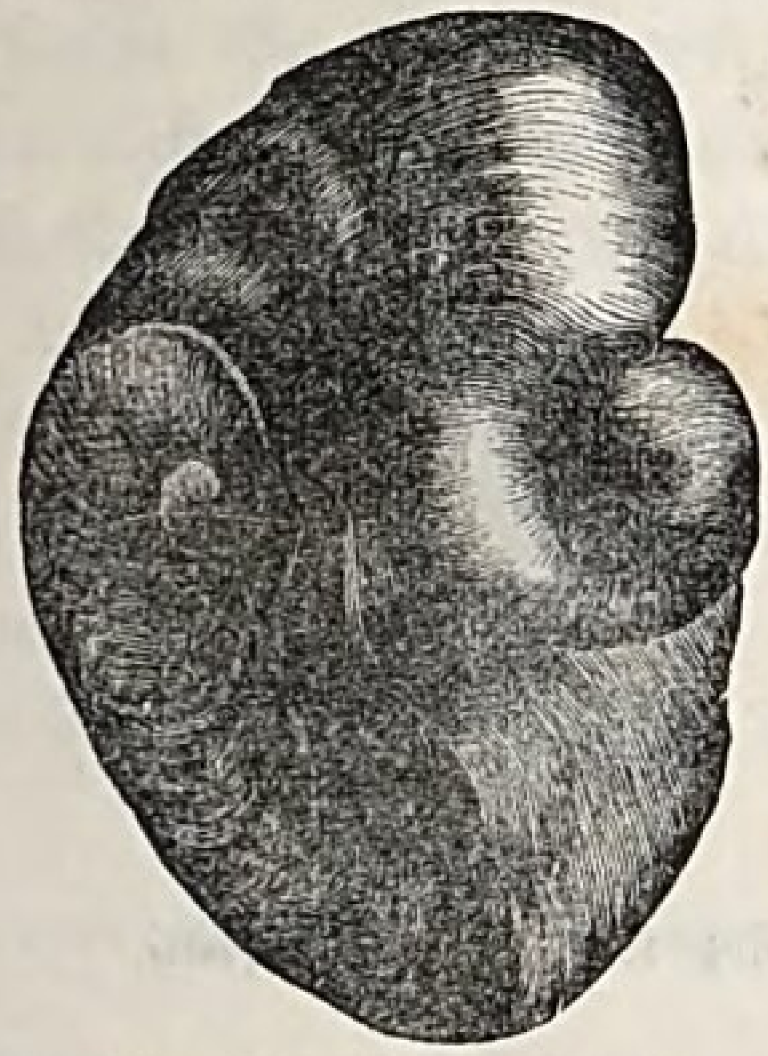


Fig. 186. **Chama ammonia.**

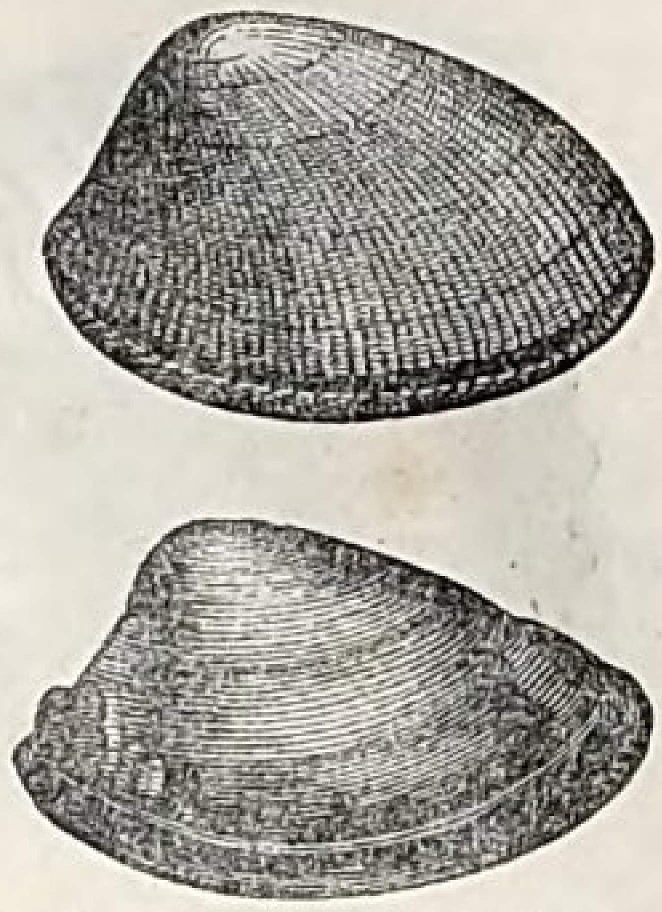


Fig. 187. **Nucula pectinata.**



Fig. 188.
Terebratula Defrancii.



Fig. 189.
Terebratula octoplicata.



Fig. 190. **Hippurites organisans.**



Fig. 191. **Hippurites biloculata.**

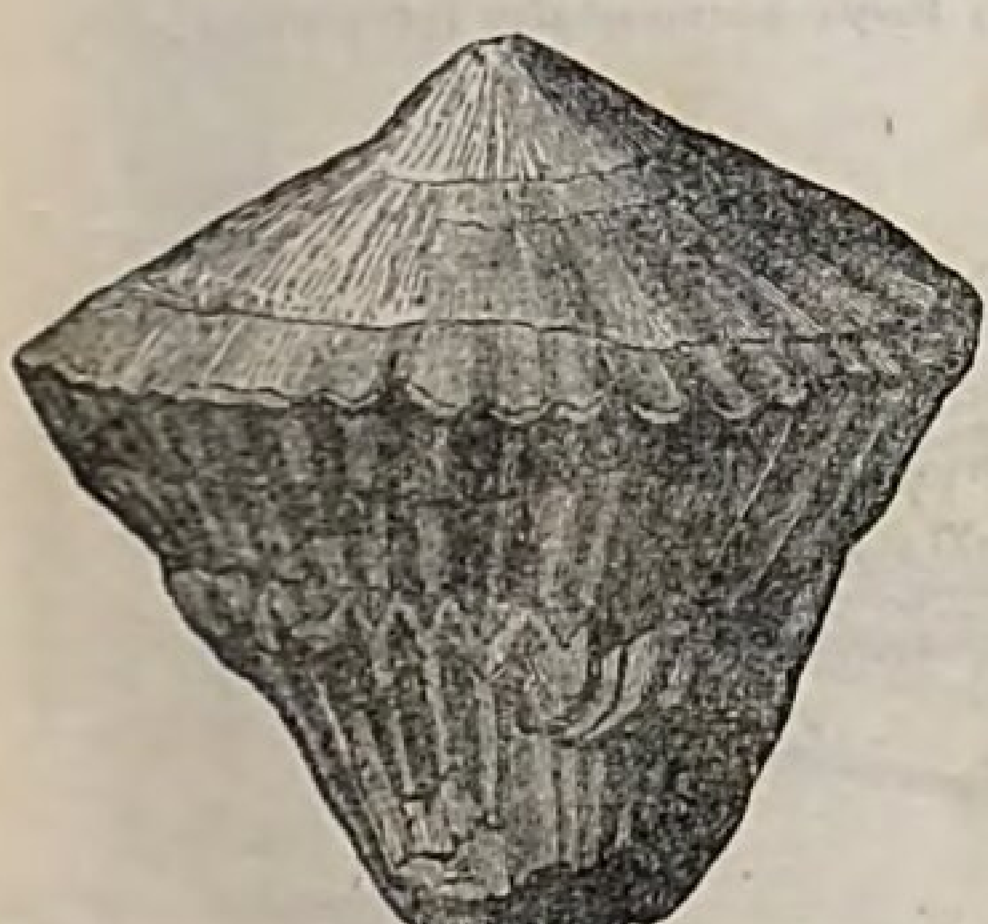


Fig. 192. **Sphaerulites ventricosa.**



Fig. 193 **Ammonites monile.**

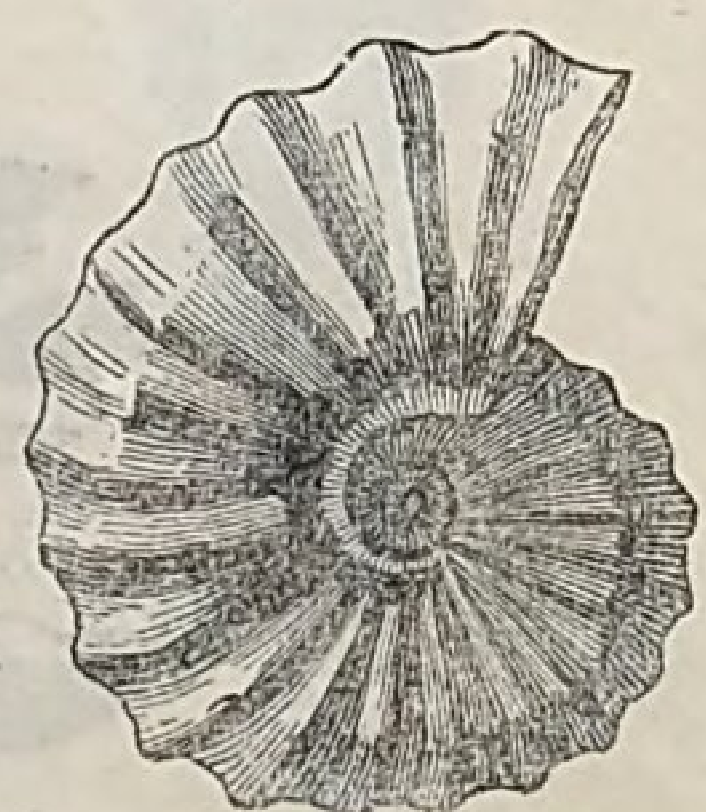


Fig. 194.
Ammonites rhodomagensis.

Petrefakten der Kreideformation.

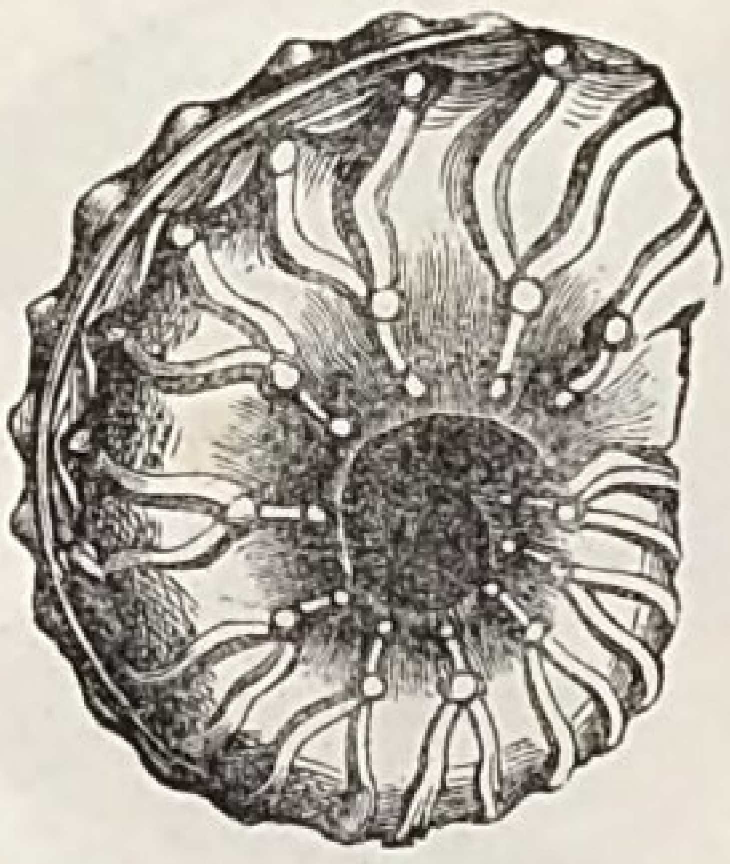


Fig. 195. Ammonites varians.

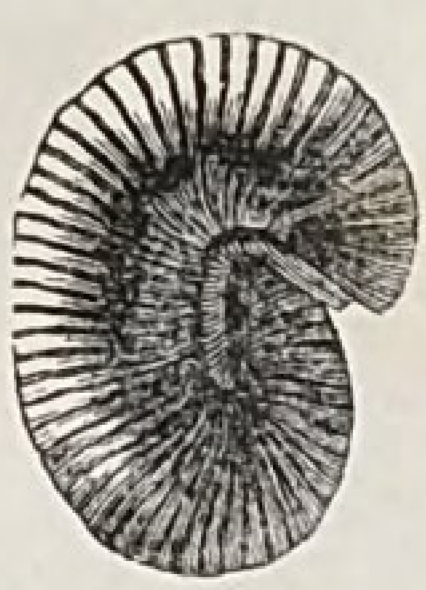


Fig. 196. Scaphites aequalis.

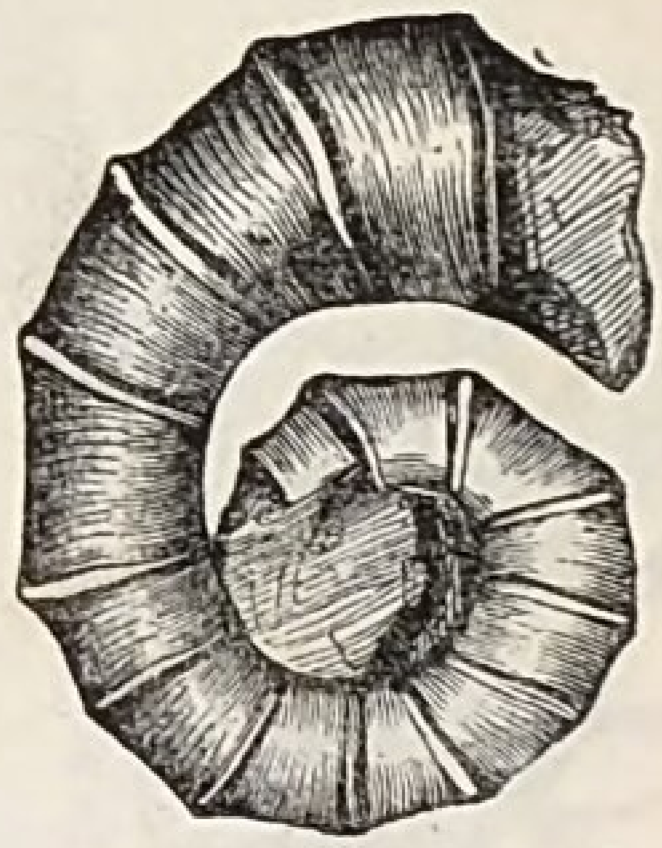


Fig. 197. Crioceratites Duvalii.



Fig. 198.
Turrilites costatus.

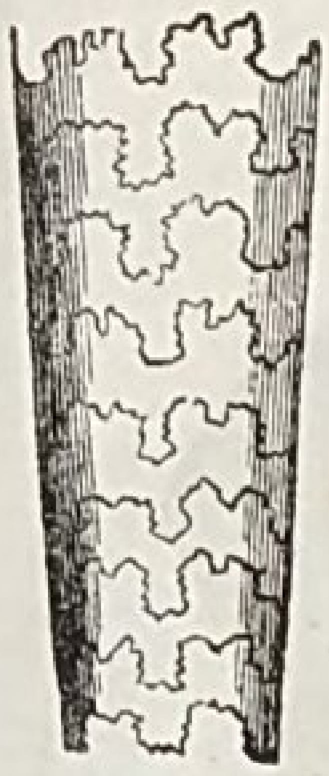


Fig. 199.
Baculites Faujasii

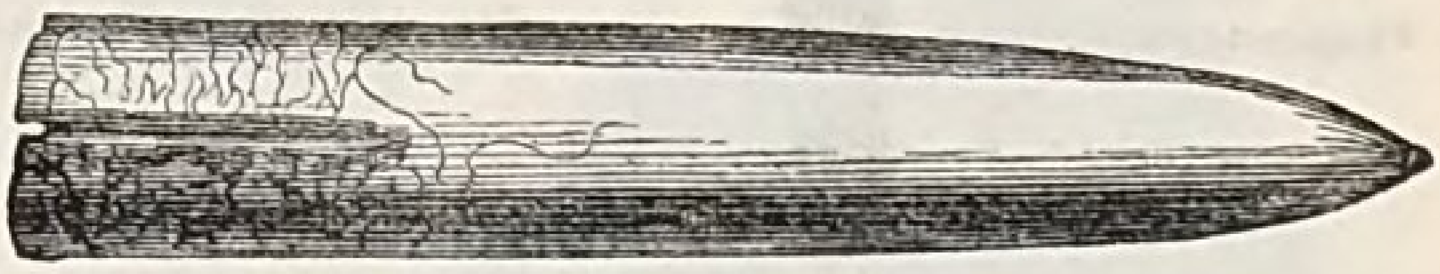


Fig. 200. Belemnites mucronatus.



Fig. 201.
Zahn von Hybodus.

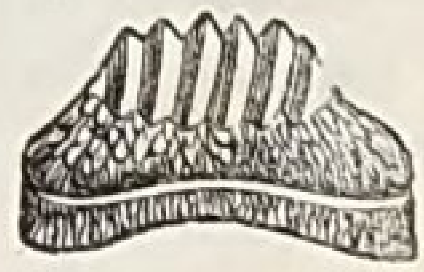


Fig. 202.
Zahn von Ptychodus latissimus.



Fig. 203.
Zahn von Corax pristodontus.

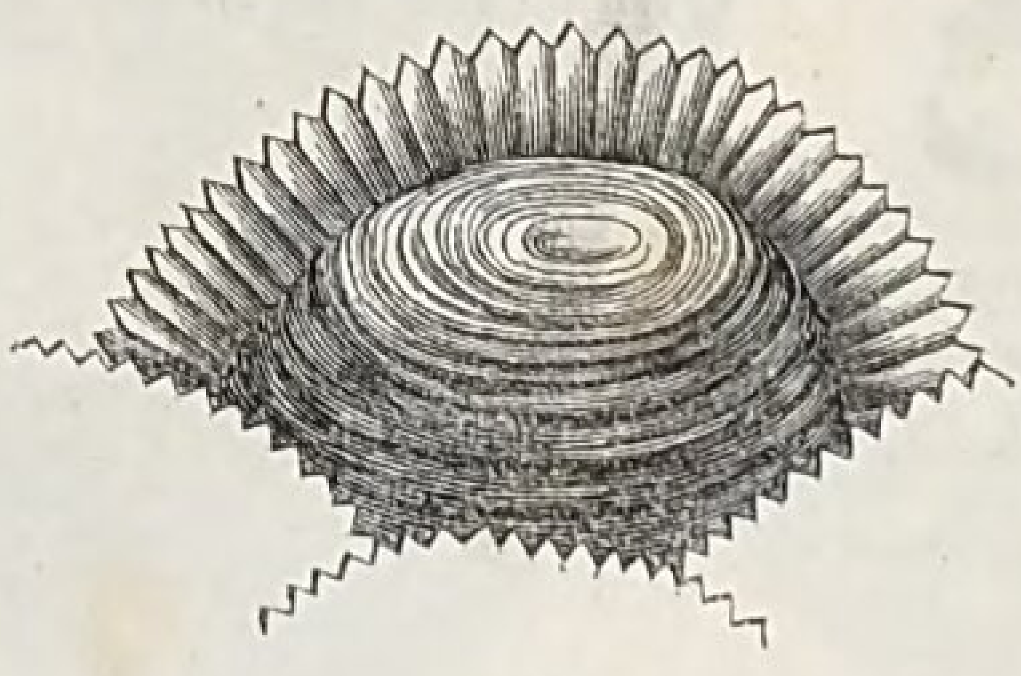


Fig. 204 Schuppe von Beryx microcephalus (vergrößert).

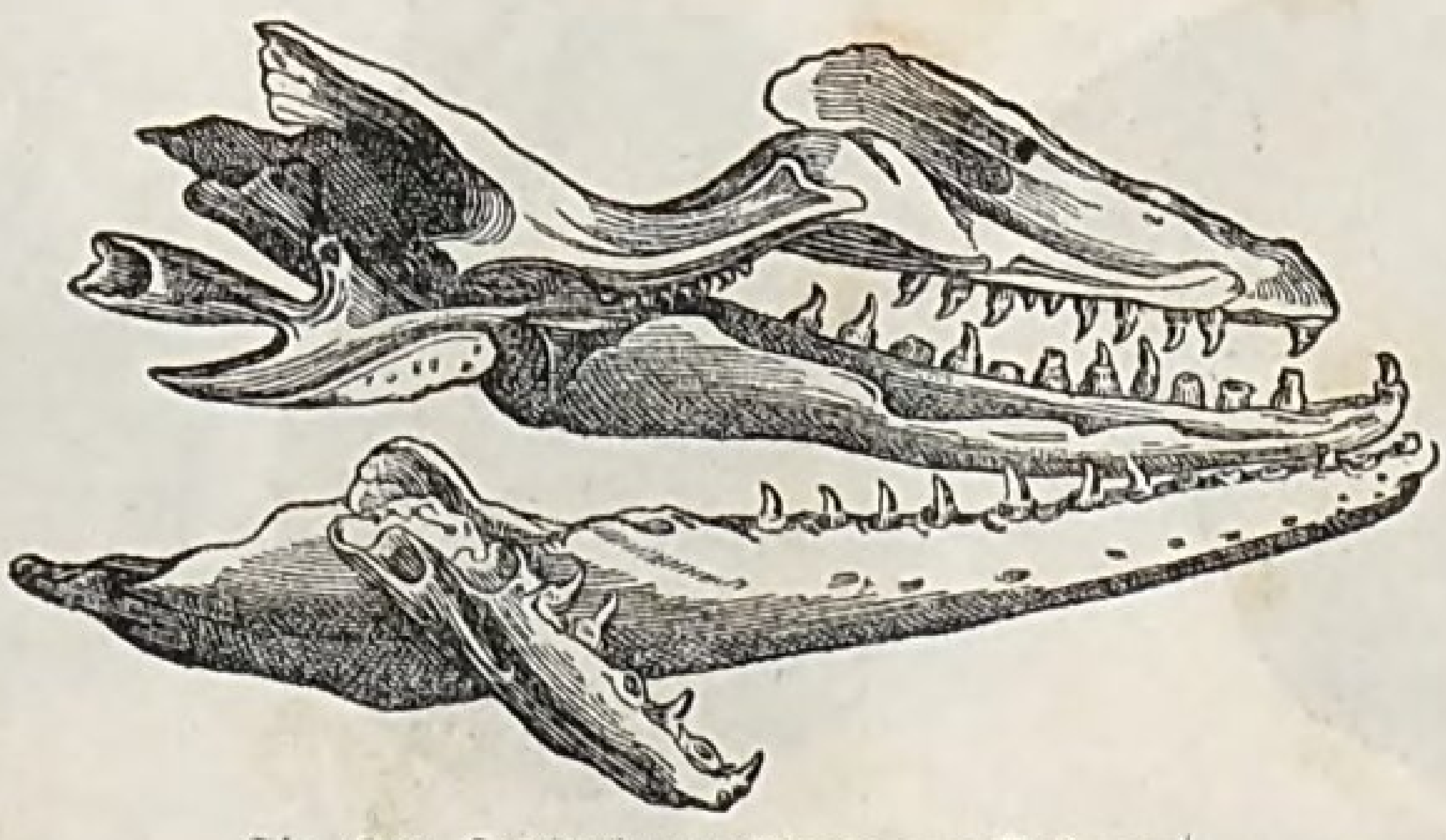


Fig. 205. Schädel von Mosasaurus Hofmanni.

C. **Tertiäre Formationen.** — Dieselben ruhen auf Grundgebirge, oder auf primären oder sekundären Formationen, und sind entweder unbedeckt oder von quaternären Schichten überlagert. Bei den auf dem Festlande liegenden Theilen der Tertiärformationen zeigt sich mehr als bei den älteren der allmähligste Uebergang von den ältesten zu den jüngsten Schichten, weßhalb auch die verschiedenen Naturforscher in der Abtheilung wenig übereinstimmen.

1. **Eocene** (d. h. die Neuzeit beginnende) oder **Pariser Formation** (so genannt, weil man dieselbe bei Paris zuerst genauer kennen lernte), oder älteres Tertiärgebirge. Schichten dieser Formation bilden einen großen Theil der Oberfläche in der Umgegend von Paris und London, in Belgien, im Norddeutschen Tieflande u. s. w.

Petrefakten der Eocenformation (Fig. 206—218).

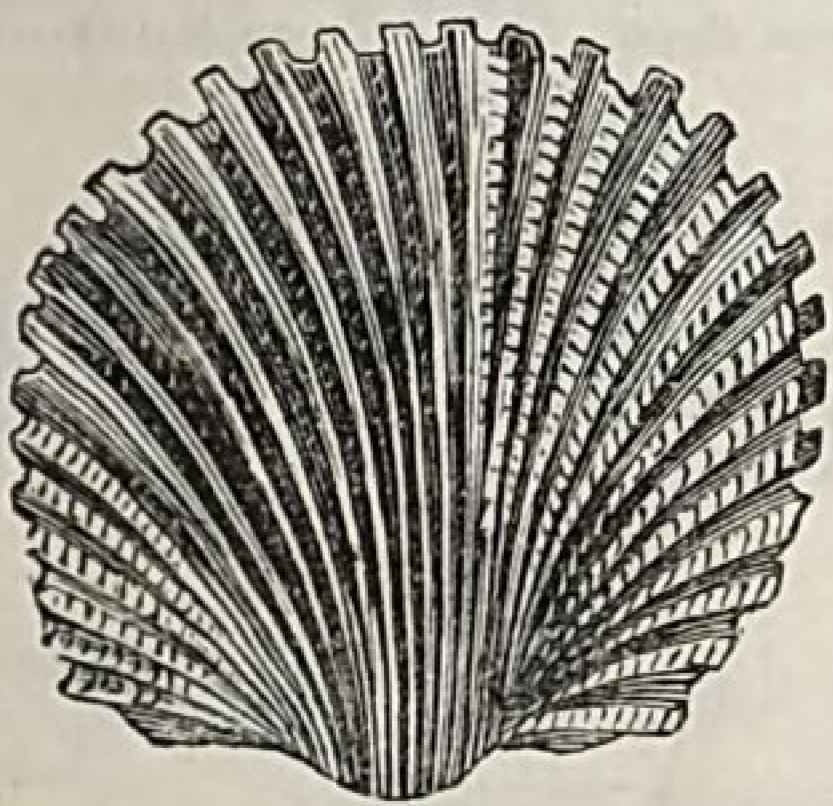


Fig. 206. Cardium porulosum.

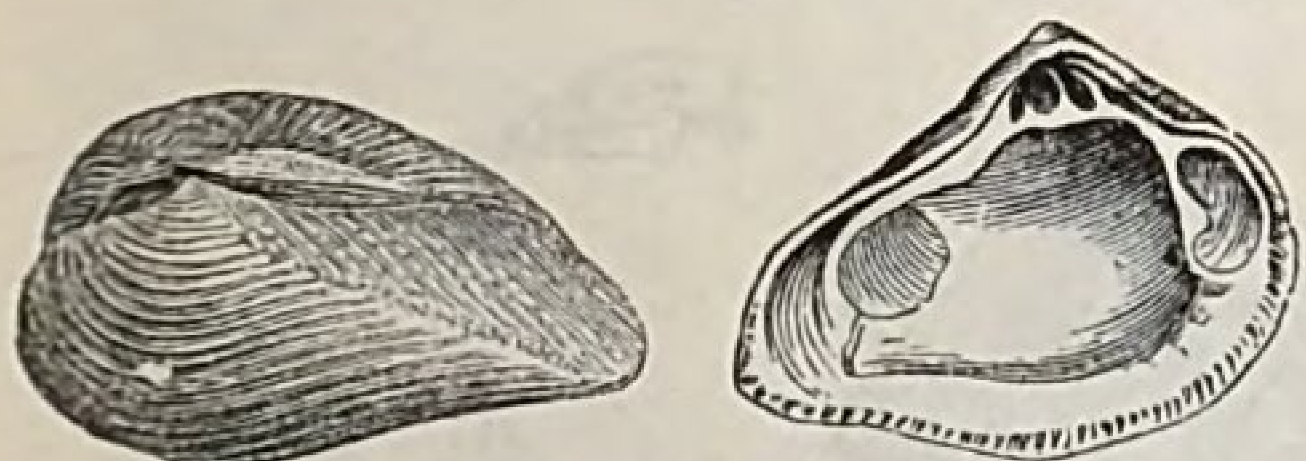


Fig 207. rassatella sulcata.



Fig. 208. Terebellum fusiforme.



Fig. 210.
Turritella imbricataria.



Fig. 211.
Mitra scabra.



Fig. 212.
Ampullaria acuta.



Fig. 209. Cerithium giganteum.

Petrefakten der Eocenformation.



Fig. 213.
Serpula in Cardium porulosum.



Fig. 214.
Zahn von Lamna Hopei.

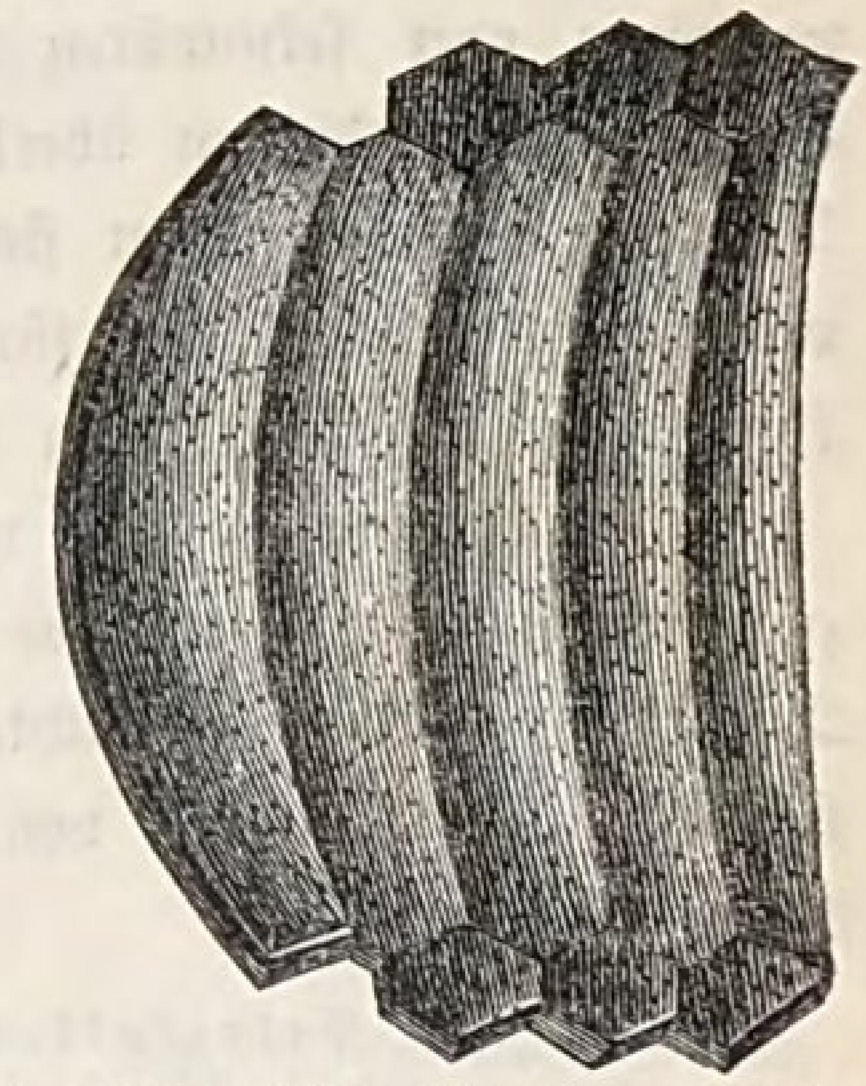


Fig. 215. Tafelähnliche Gaumenzähne von Myliobates punctatus.

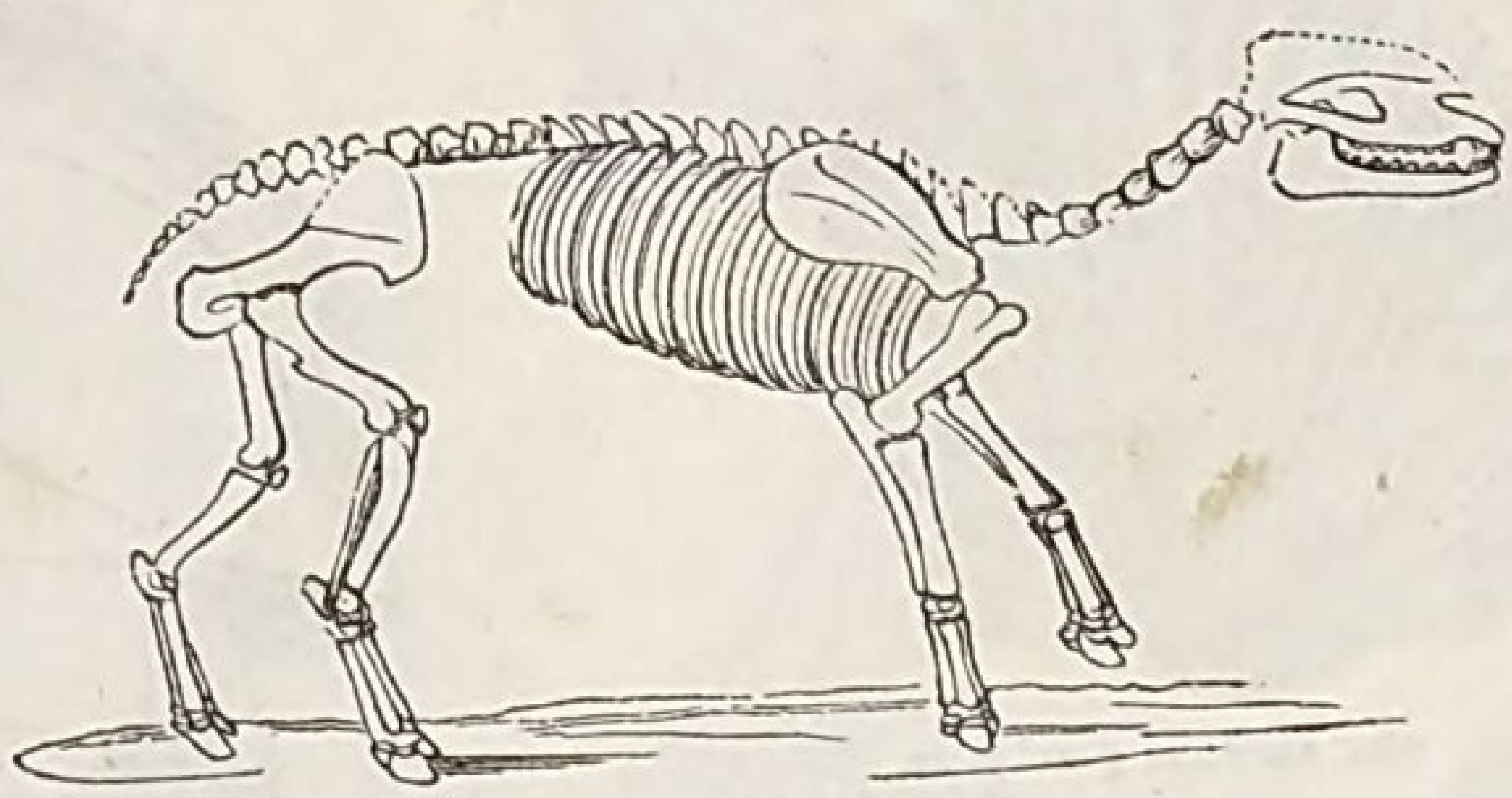


Fig. 216. Skelett von Palaeotherium magnum.

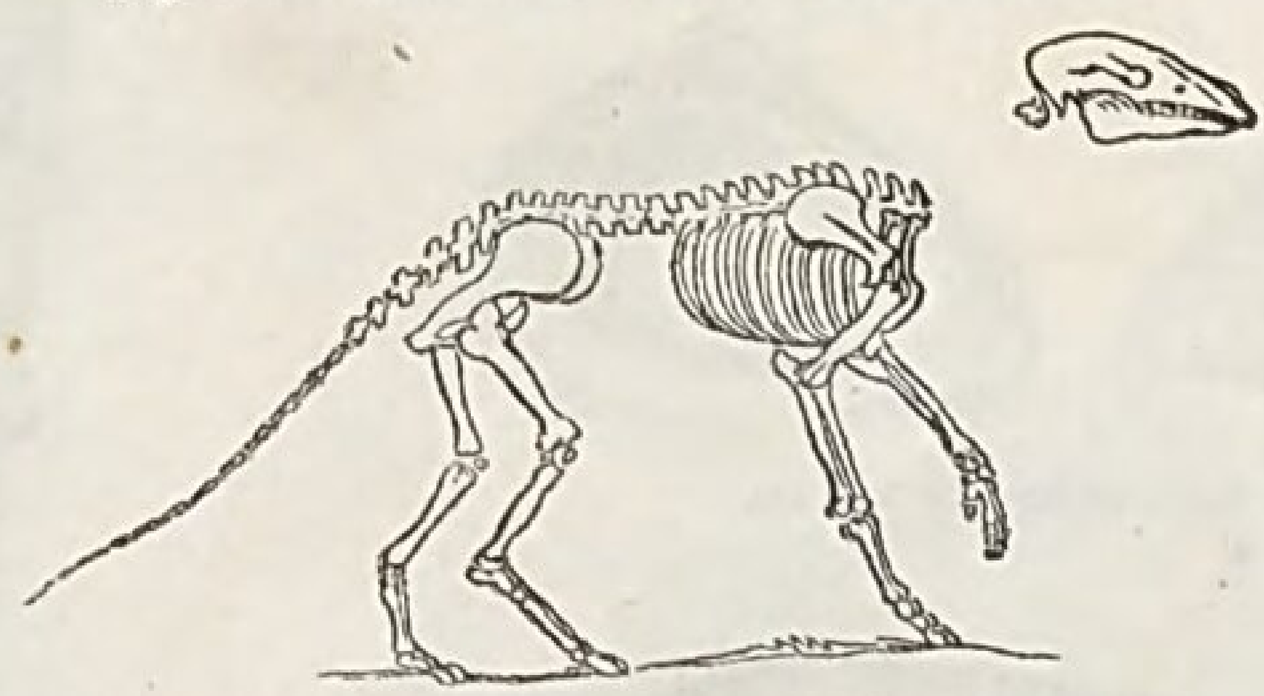


Fig. 217. Skelett von Anoplotherium commune.

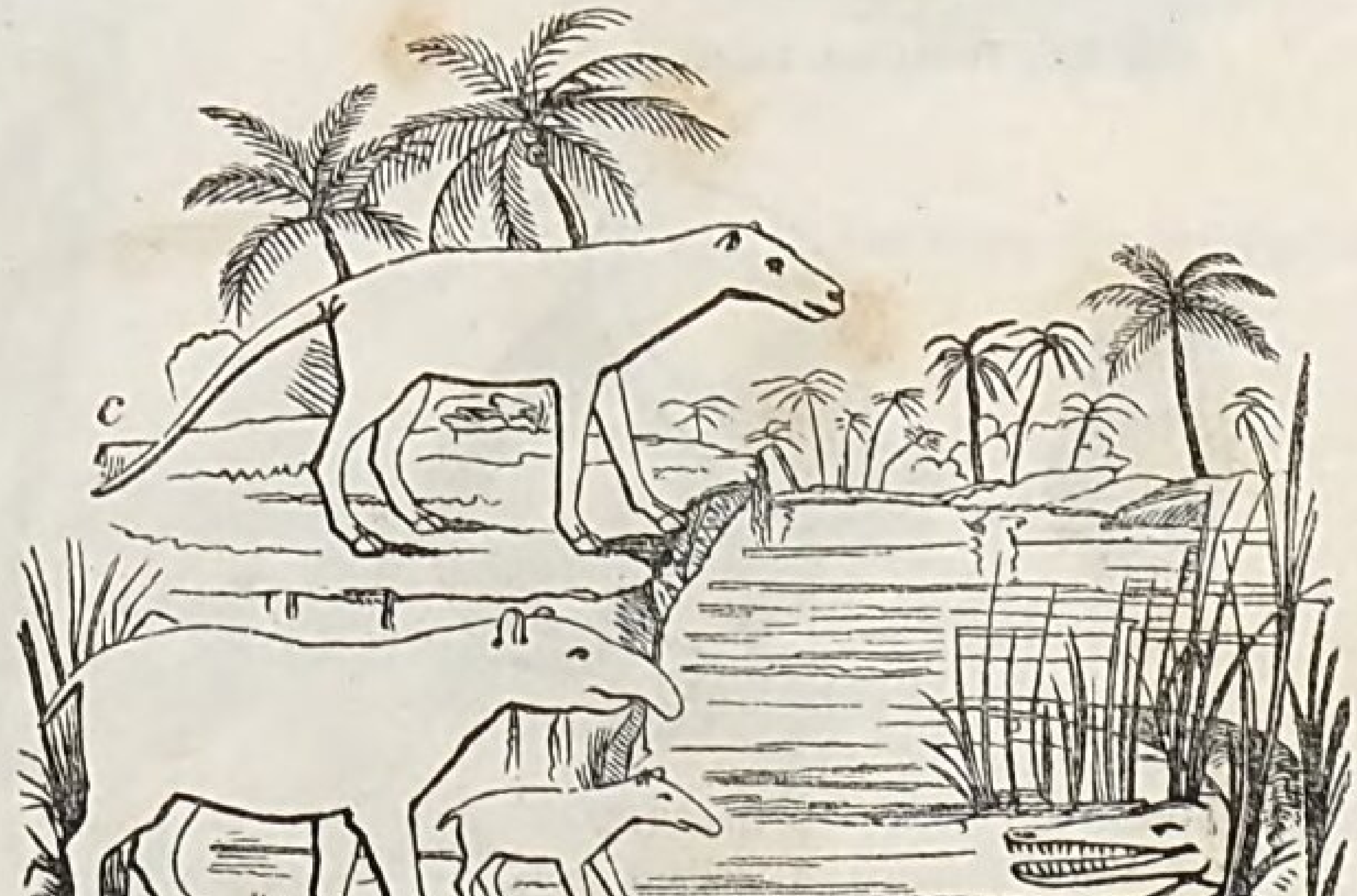


Fig. 218. Vermuthlicher Zustand der Schöpfung während der Eocenperiode.

2. **Miocene** (d. h. halb der Neuzeit angehörige) oder **Molasse Formation** (benannt nach der Mollasse, einer in der Schweiz sehr verbreiteten Sandsteinart), auch mittleres Tertiärgebirge genannt. Diese Formation ist sehr ausgedehnt an der Oberfläche in Norddeutschland, in Hessen und der Wetterau, im Westerwalde, in der Gegend von Wien und in dem größten Theile der Schweiz.

Petrefakten der Miocenformation (Fig. 219—232).



Fig. 219.
Samenstäubchen (Spore) von Chara medicagenula (sehr vergrößert).



Fig. 220.
Comptonia acutiloba.

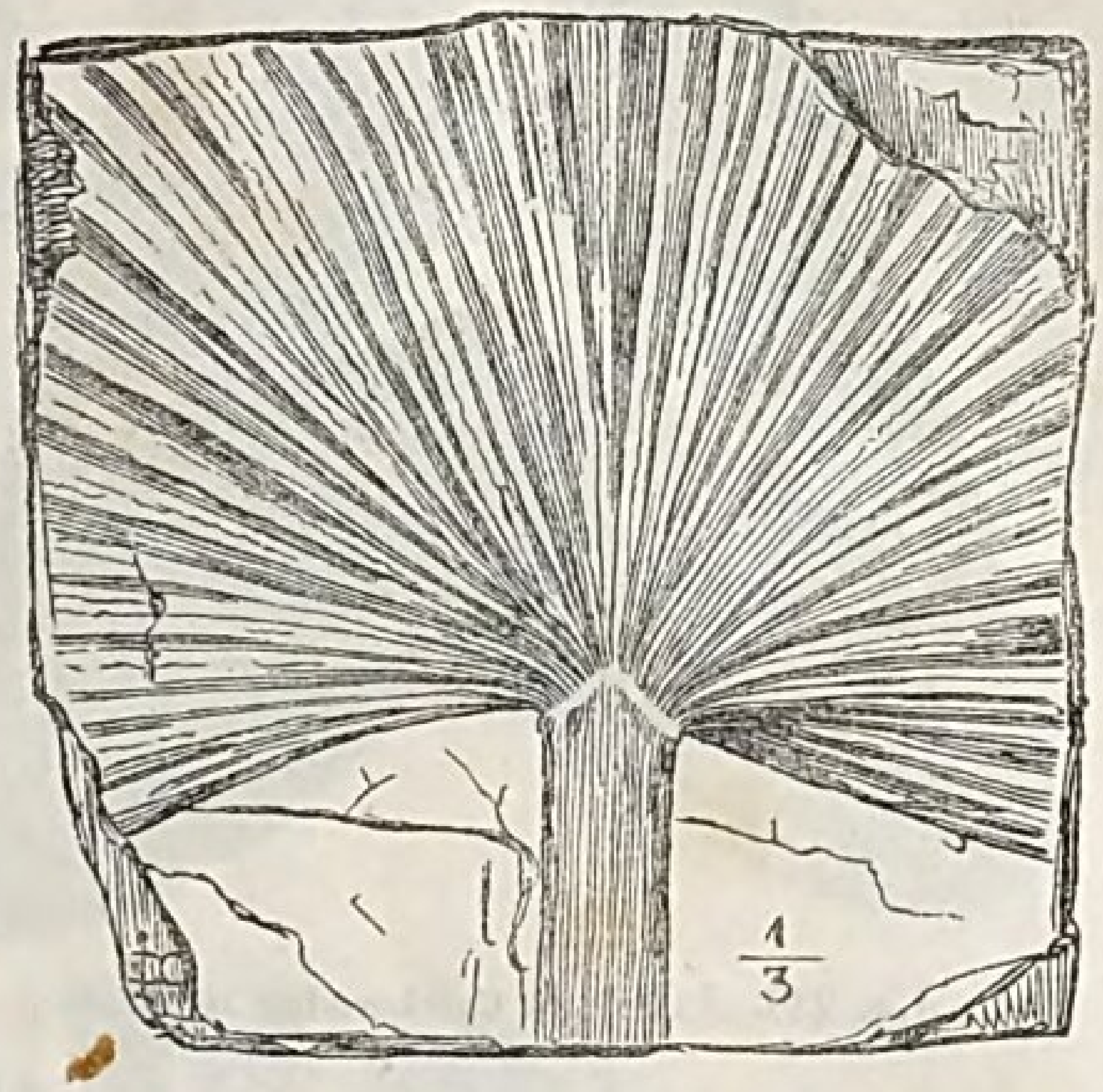


Fig. 221. **Palmacites Lamanonis.**



Fig. 222. **Blatt einer Ulme.**

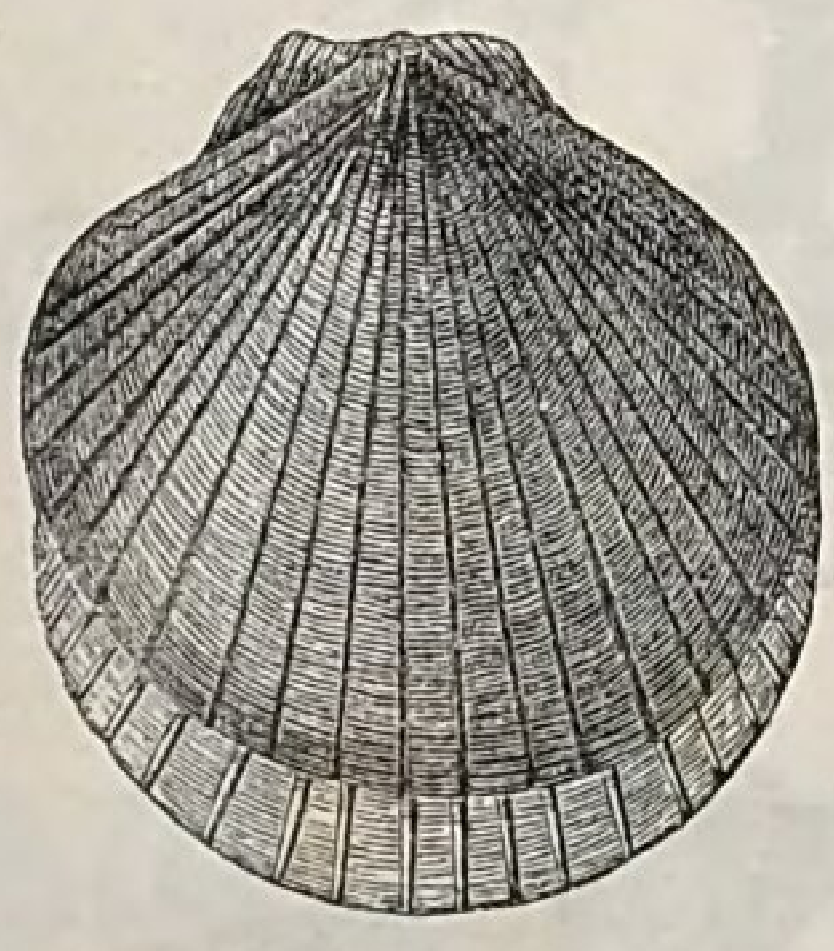


Fig. 223. **Pecten pleuronectes.**

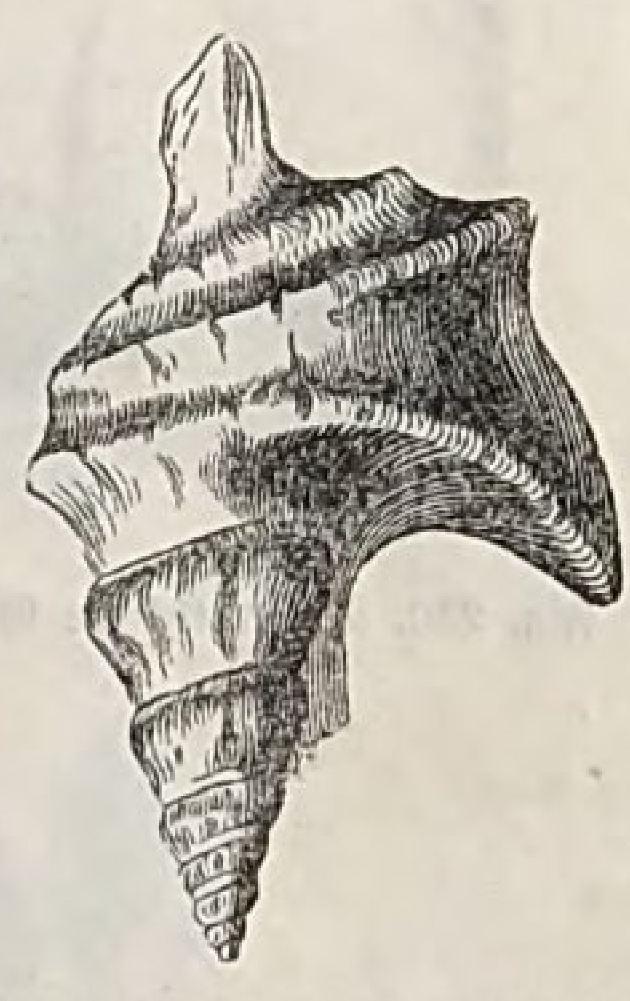


Fig. 224. **Rostellaria pes pelecani.**



Fig. 227. **Balanus crassus.**

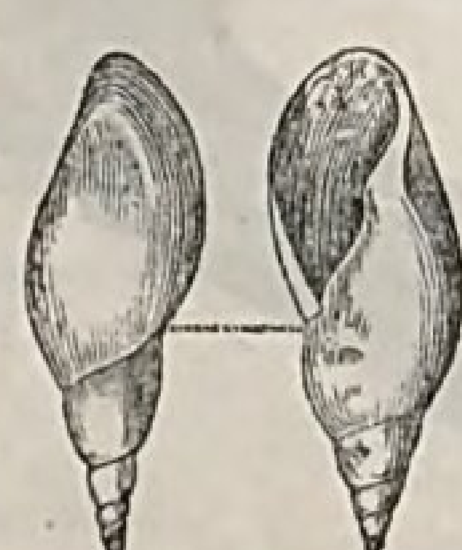


Fig. 226.
Lymnaeus longiscatus.



Fig. 225.
Planorbis euomphalus.

Petrefakten der Miocenformation.

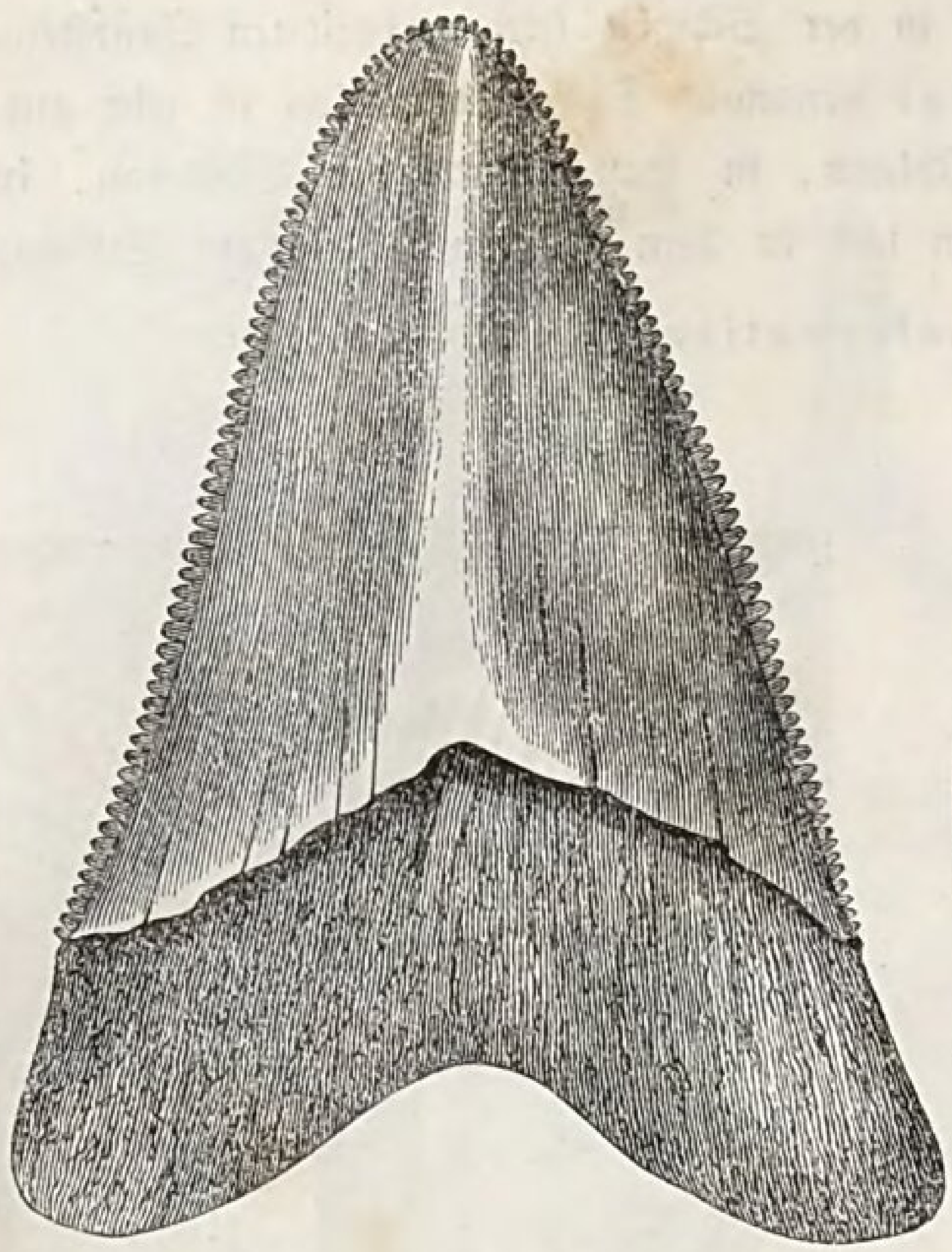


Fig. 228. Zahn von Carcharodon megalodon.

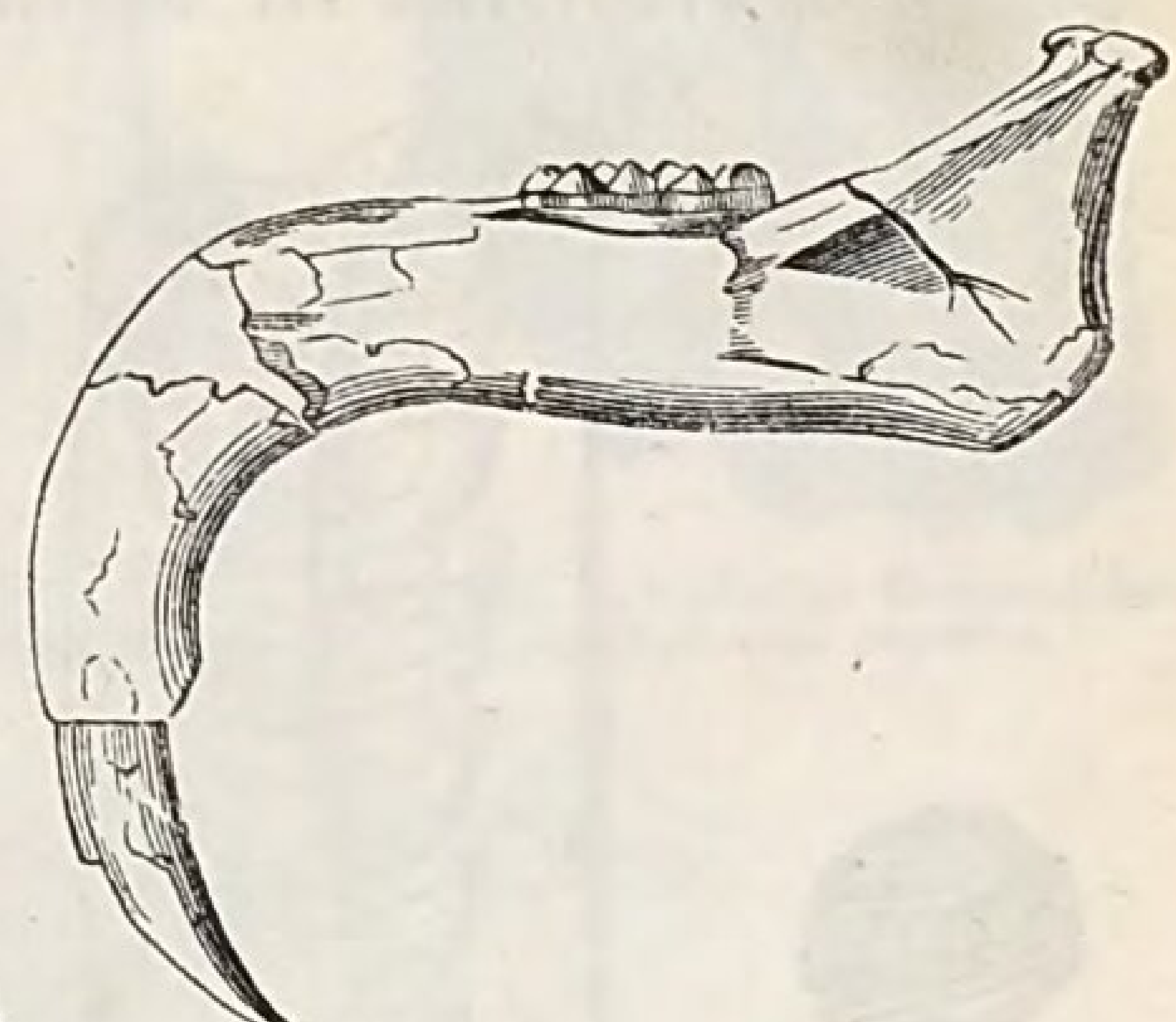


Fig. 229.
Unterkiefer von Dinotherium giganteum.

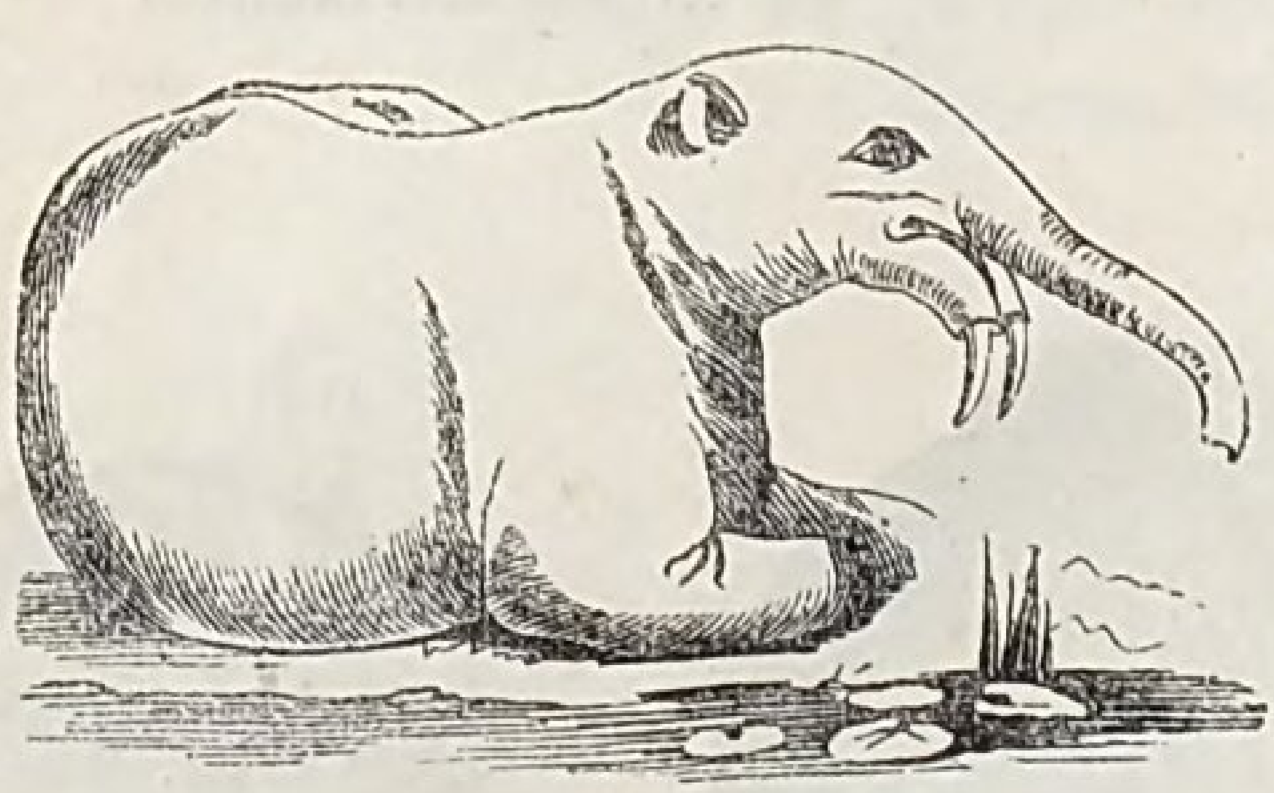


Fig. 230. Vermuthliche Gestalt von Dinotherium giganteum.

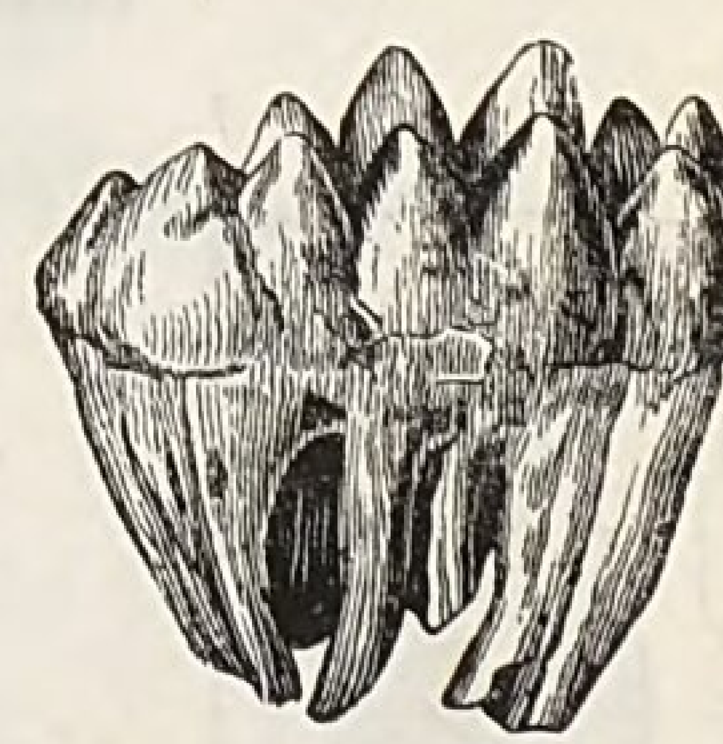


Fig. 231. Zahn eines Mastodonten.

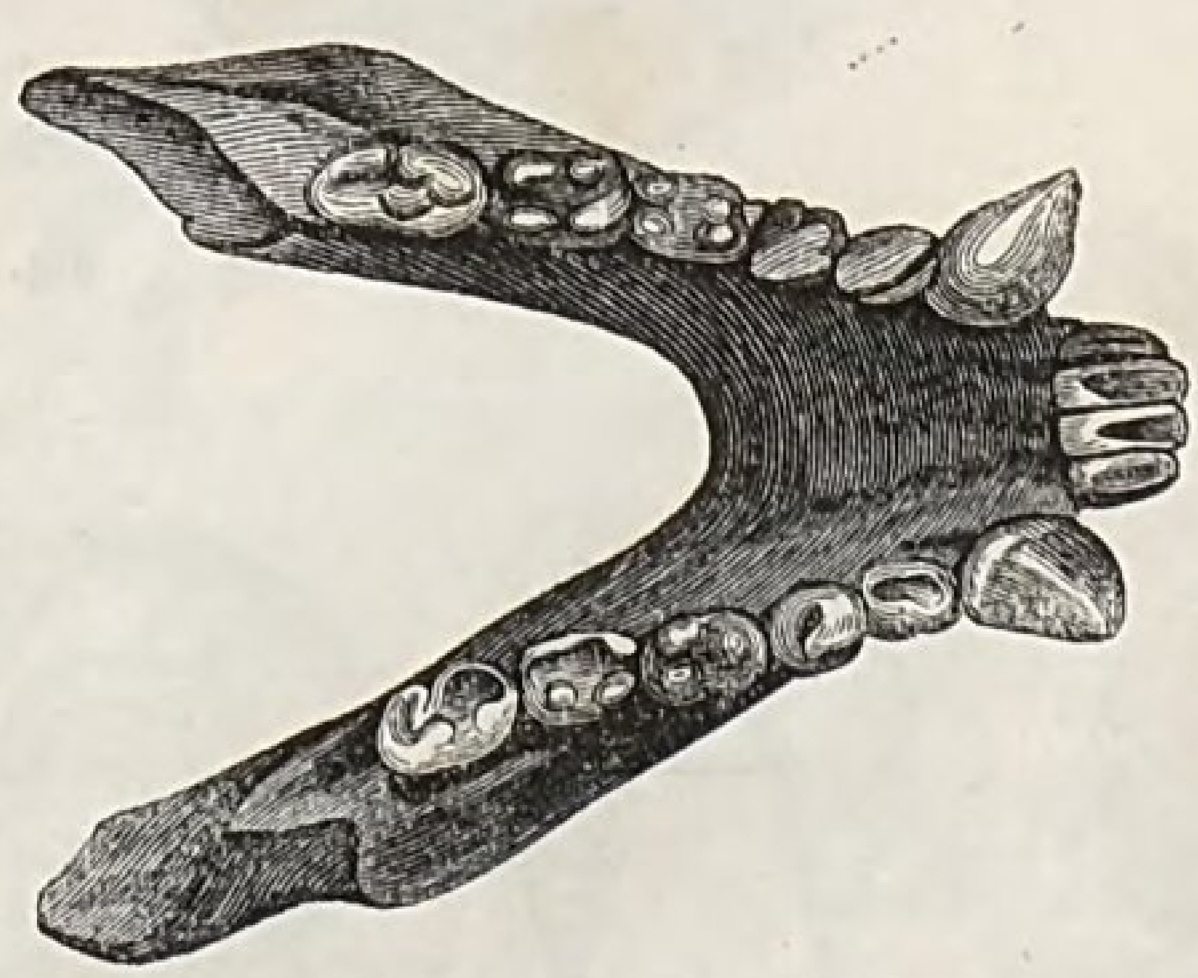
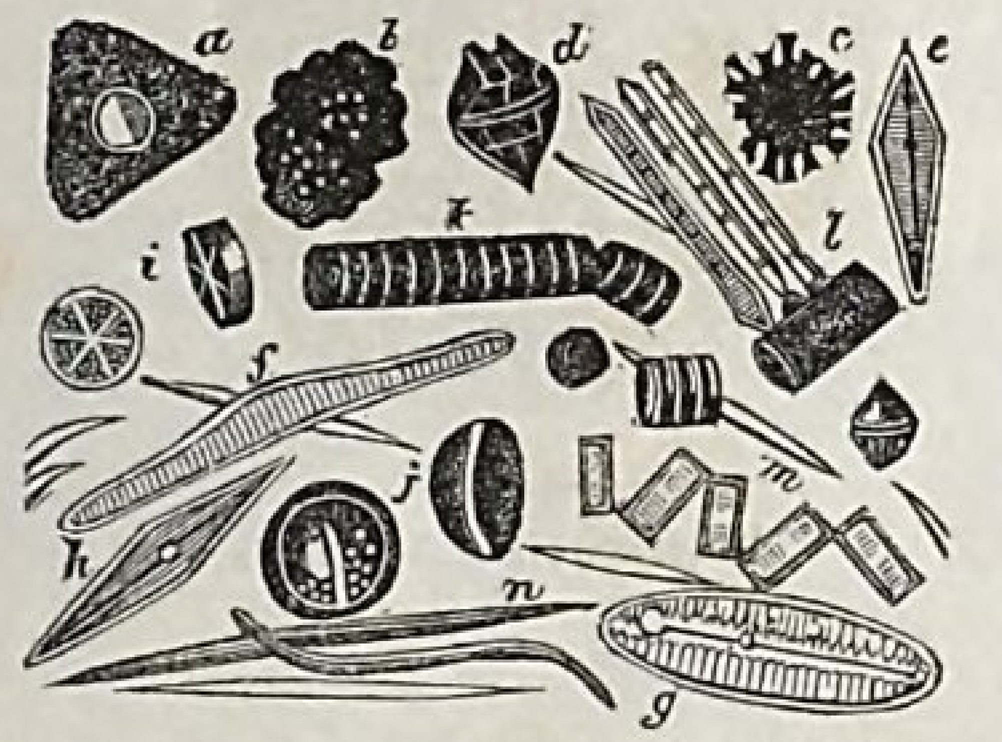


Fig. 232. Unterkinnlade von Pithecus antiquus.

3. **Pliocene** (d. h. fast ganz der Neuzeit angehörige) oder **Subapenninische Formation** (so genannt wegen ihres ausgezeichneten Vorkommens am Fuße der Apenninengebirge in Italien), auch jüngeres oder neueres Tertiärgebirge genannt. Dieselbe zeigt sich in einigen Gegenden Norddeutschlands und in vereinzelten Ablagerungen auch über das mittlere und südliche Deutschland, sowie einen Theil der Schweiz verbreitet.

Petrefakten der Pliocenformation (Fig. 233—268).

a Desmidium apiculosum.
b Euastrum verrucosum.
c Xantidium ramosum.
d Peridinium pyrophorum.
e Gomphonema lanceolota.
f Hemanthidium arcus
g Pinnularia dactylus.



h Navicula viridis.
i Actinocyclus senarius.
j Pixidula prisca.
k Gallionella distans.
l Synedra ulna.
m Bacillaria vulgaris.
(*n* Nadeln von Schwämmen).

Fig. 233. Kieselzellen von Bacillarien (400fach vergrößert).



Fig. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240.

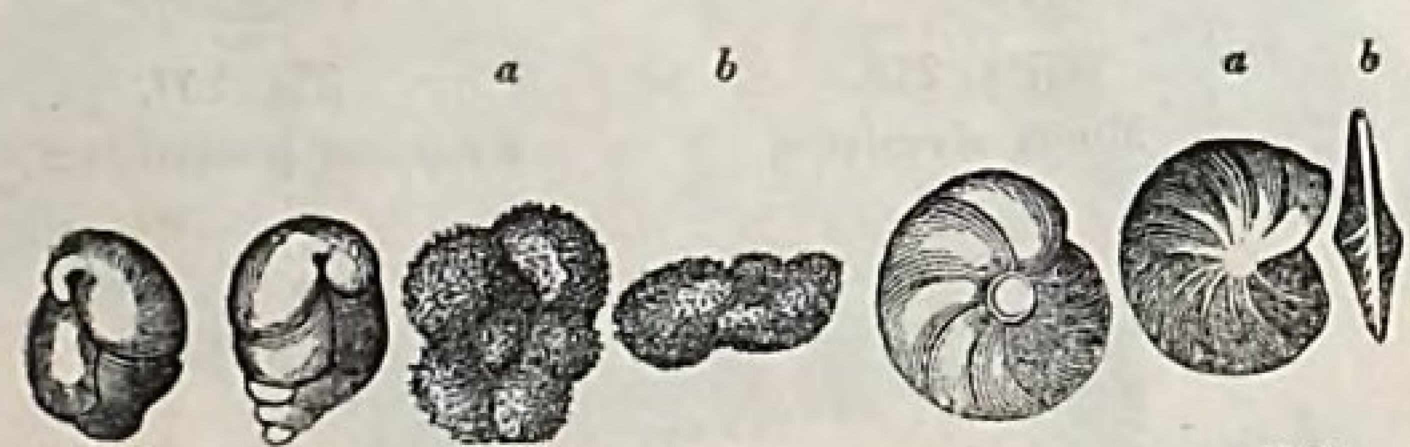


Fig. 241. 242. 243. 244. 245.

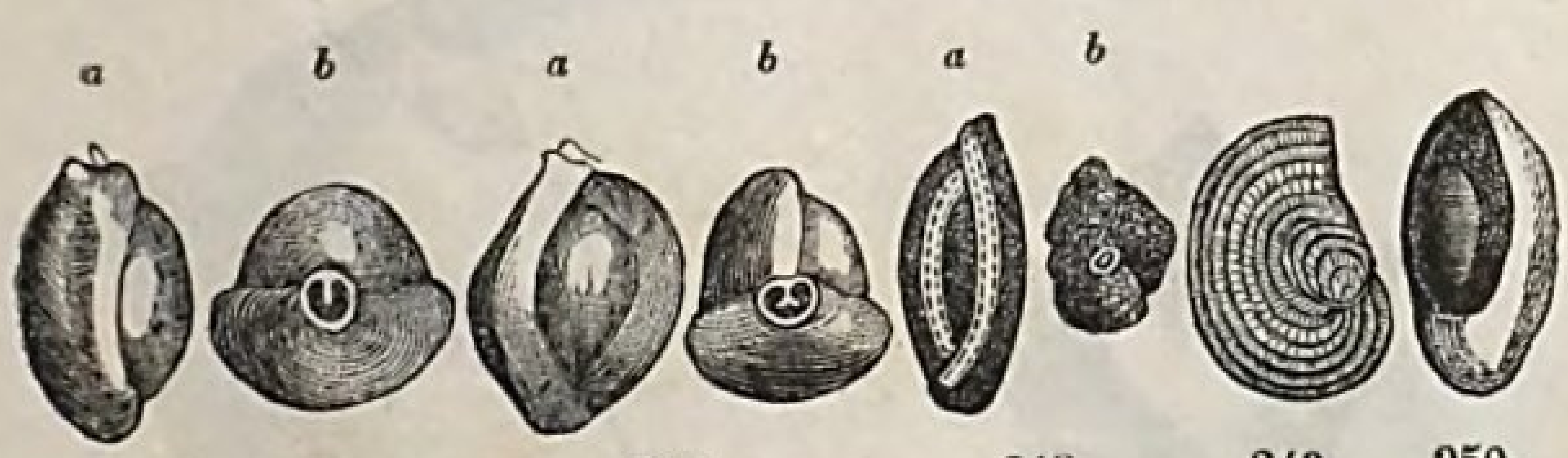


Fig. 246. 247. 248. 249. 250.

Gehäuse von Foraminiferen (50fach vergrößert).

Fig. 234. *a* Nodosaria limbata.
b Inneres der Kammern.
Fig. 235. Dentalina sulcata.
Fig. 236. *a* Marginulina trilobata.
b Ansicht der letzten Kammer von oben.
c Inneres der Kammern.
Fig. 237. *a* Flabellaria rugosa.
b Ansicht von der Seite.
Fig. 238. *a* Textularia turris.
b Innere Ansicht der Kammern.
Fig. 239. Sagrina rugosa.
Fig. 240. Pyrulina acuminata.
Fig. 241. Bulimina brevis.
Fig. 242. Bulimina Murchisoni.
Fig. 243. *a* Globigerina cretacea.
b Profilansicht.
Fig. 244. Rotalina Voltzii.
Fig. 245. *a* Cristellaria rotula.
b Ansicht von vorn.
Fig. 246. *a* Biloculina bulloïdes.
b Ansicht von oben.
Fig. 247. *a* Triloculina trigonula.
b Ansicht von oben.
Fig. 248. *a* Quinqueloculina saxorum.
b Ansicht von oben.
Fig. 249. Orbiculina numismalis.
Fig. 250. Alveolina Boscii.

Petrefakten der Pliocenformation.

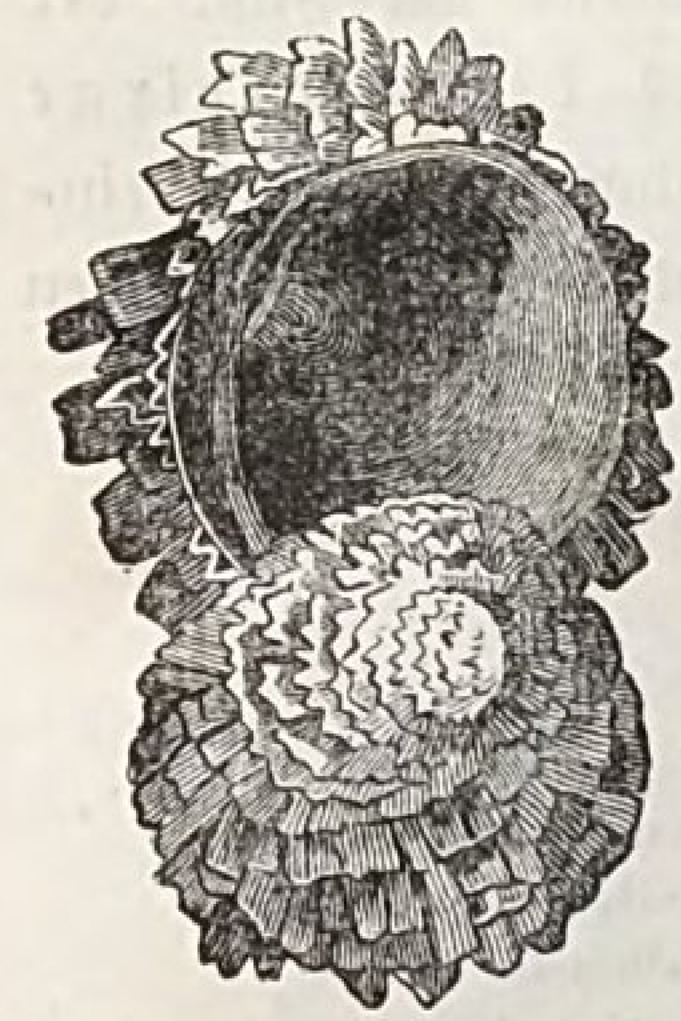


Fig. 251. Chama foliacea.



Fig. 252.
Venericardia imbricataria.



Fig. 253. Astarte Basterotii.

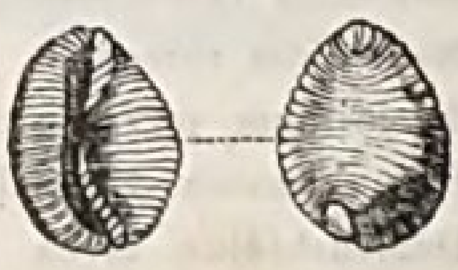


Fig. 254.
Cypraea coccinelloidos.

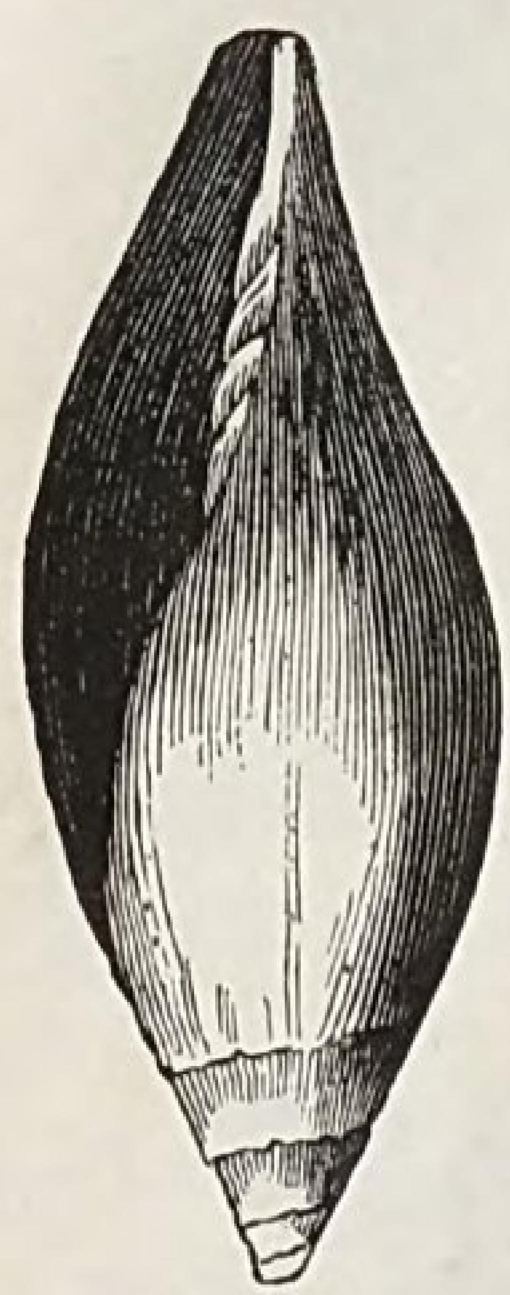


Fig. 255.
Voluta Lambertii.



Fig. 256.
Murex alveolatus.



Fig. 257.
Buccinum prismaticum.



Fig. 258.
Pleurotomaria rotata.



Fig. 259.
Cerithium mutabile.

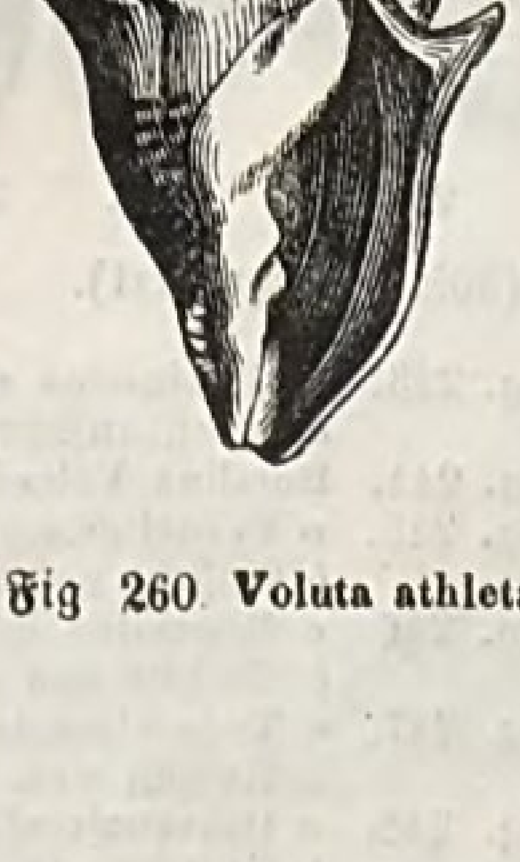


Fig 260. Voluta athleta.



Fig. 261. Turbo costarius.

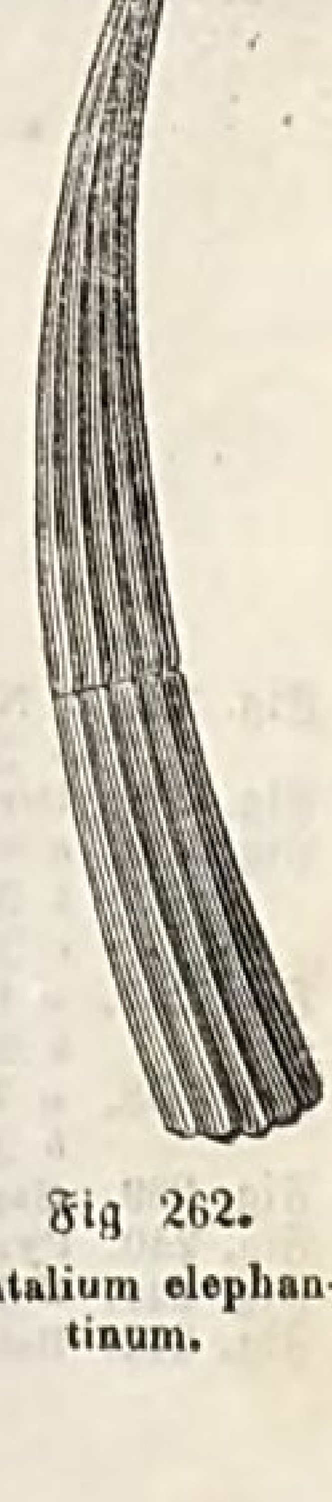


Fig 262.
Dentalium elephantinum.

Petrefakten der Pliocenformation.

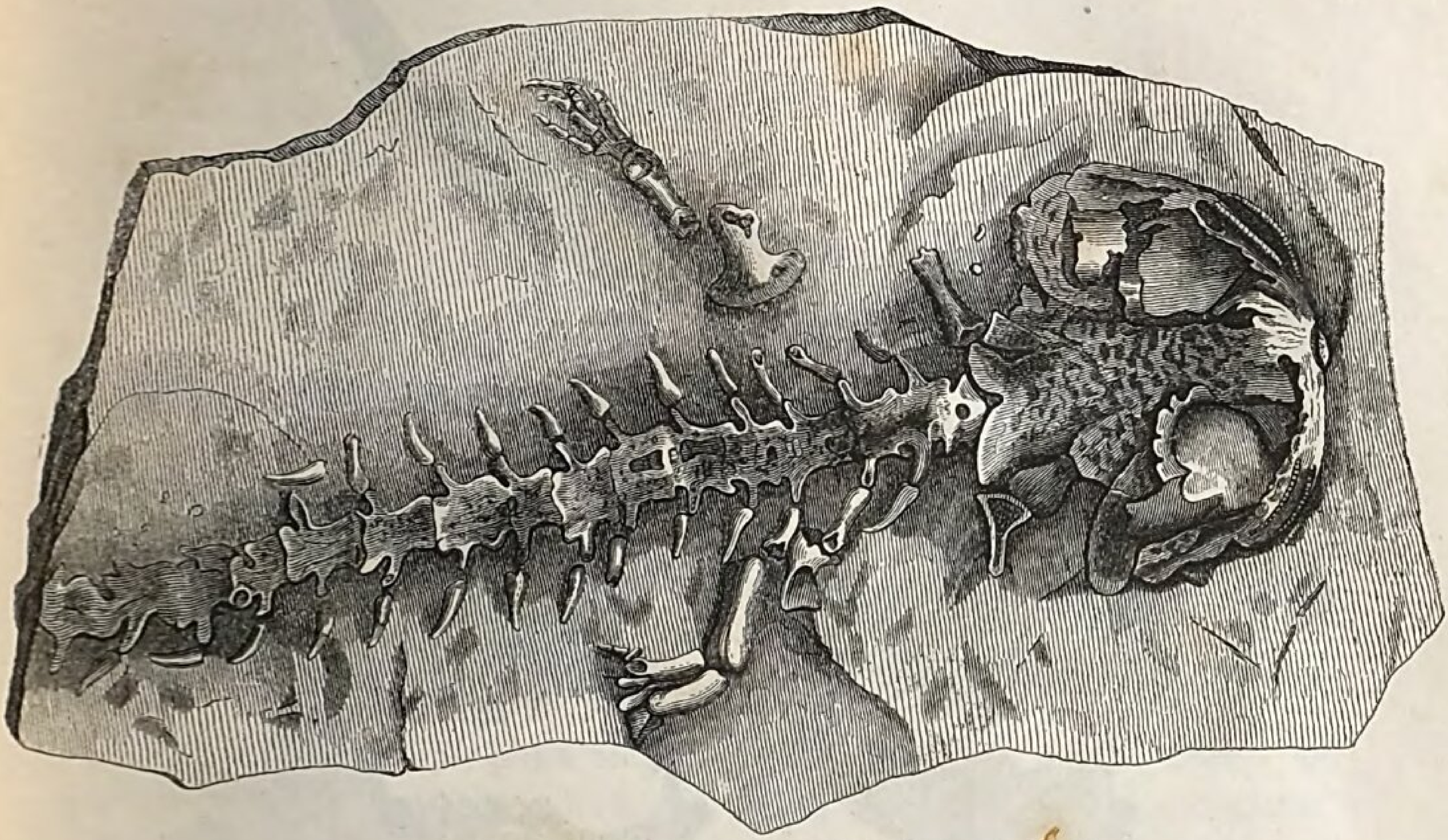


Fig. 263. Skelett von Andrias Scheuchzeri.

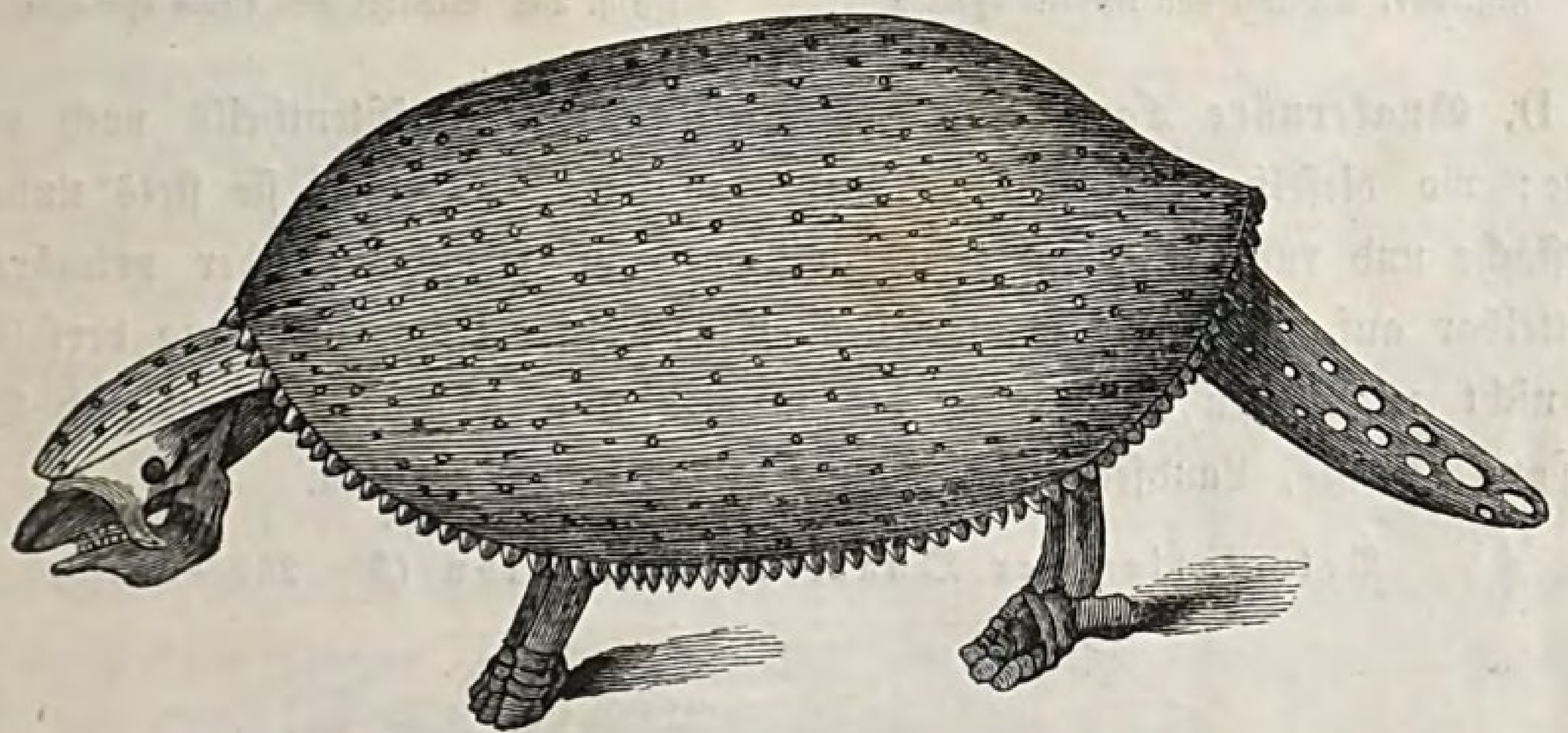


Fig. 264. Skelett von Glyptodon clavipes.

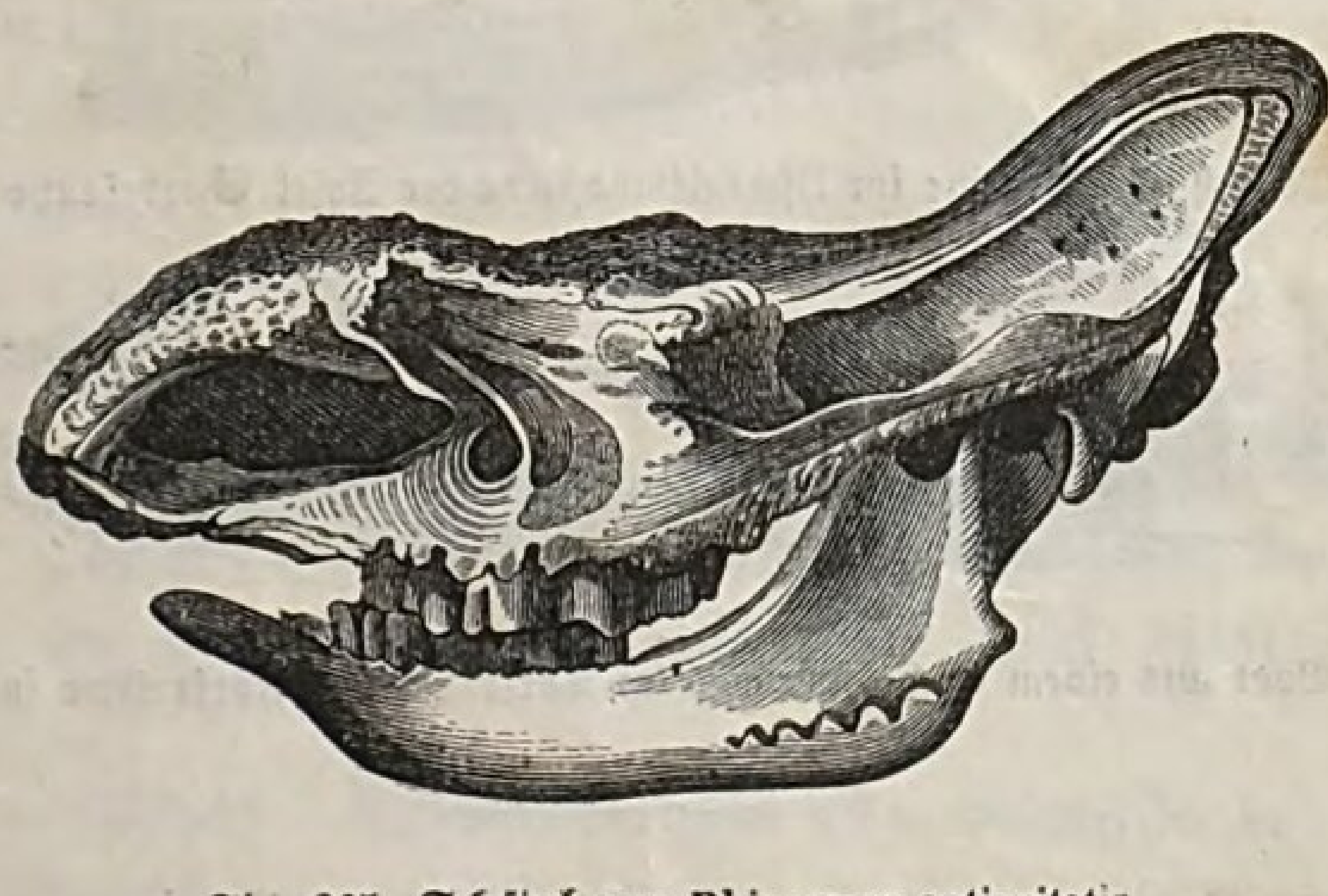


Fig. 265. Schädel von Rhinoceros antiquitatis.



Fig. 266. Horn von Rhinoceros antiquitatis.

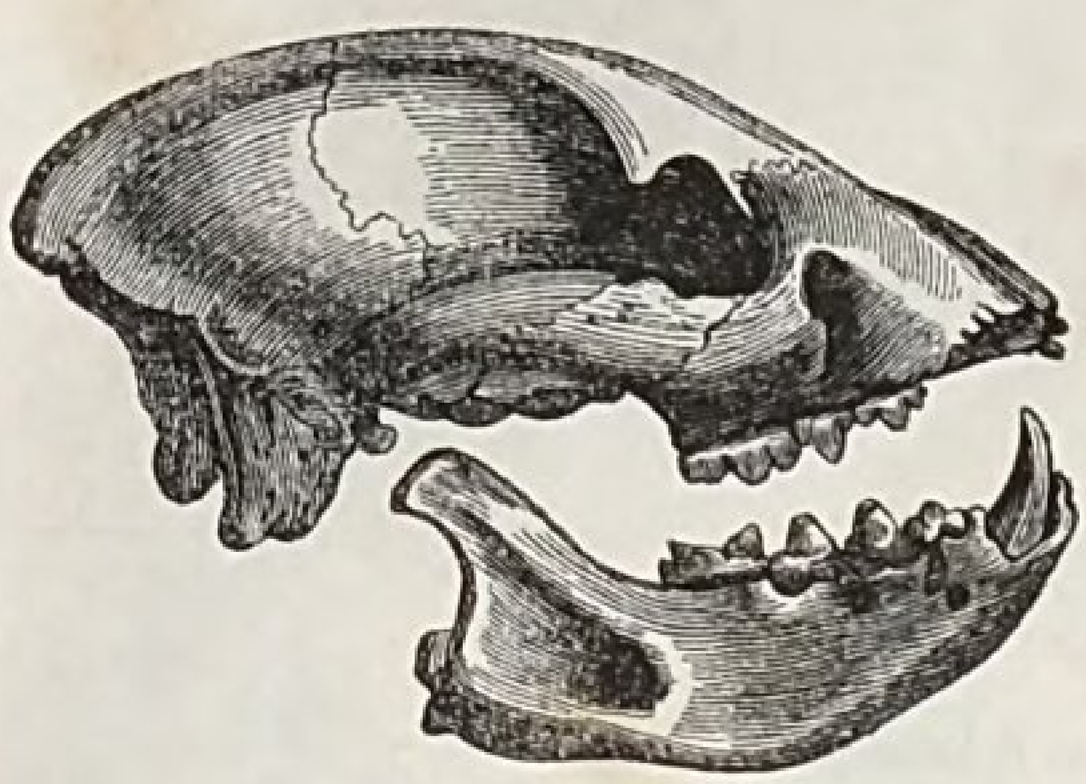


Fig. 267. Schädel von Hyaena spelaea.

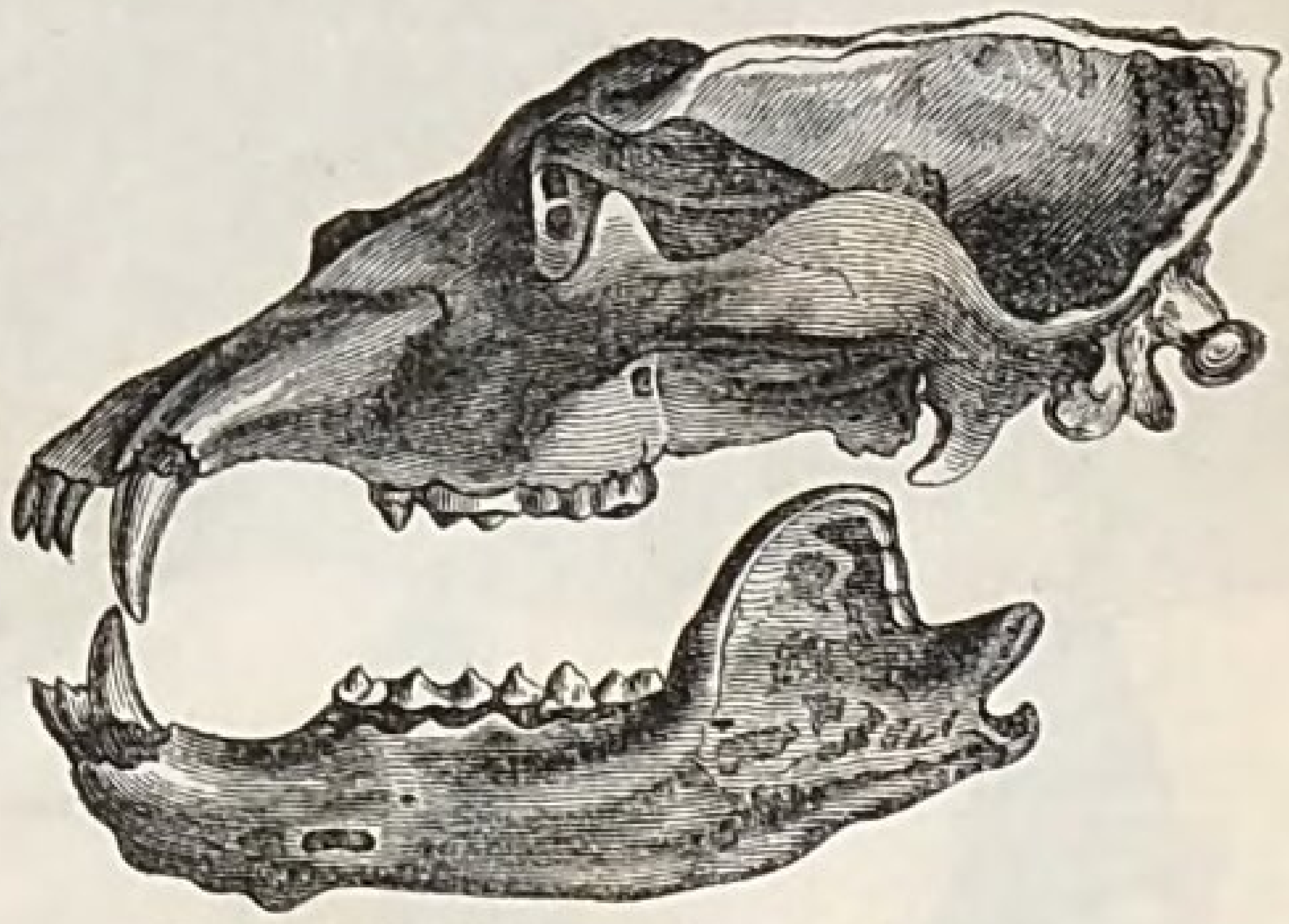


Fig. 268. Schädel von Ursus spelaeus.

D. **Quaternäre Formation.** — Dieselbe liegt größtentheils noch unter dem Meere; wo dieselbe auf dem Festlande sich zeigt, da bildet sie stets unbedeckt die Oberfläche und ruht bald auf tertiären, bald auf sekundären oder primären, bald unmittelbar auf abnormen Formationen. Eine weitere Unterabtheilung derselben pflegt man nicht zu machen, als etwa die in Meeresablagerungen und Binnenwasser- (Fluß-, Landsee- oder Sumpf-) Ablagerungen.

Petrefakten der Quaternärformation (Fig. 269—270).



Fig. 269. Menschliche Gebeine im Uferkalksandsteine der Insel Guadeloupe (Mittelamerika).

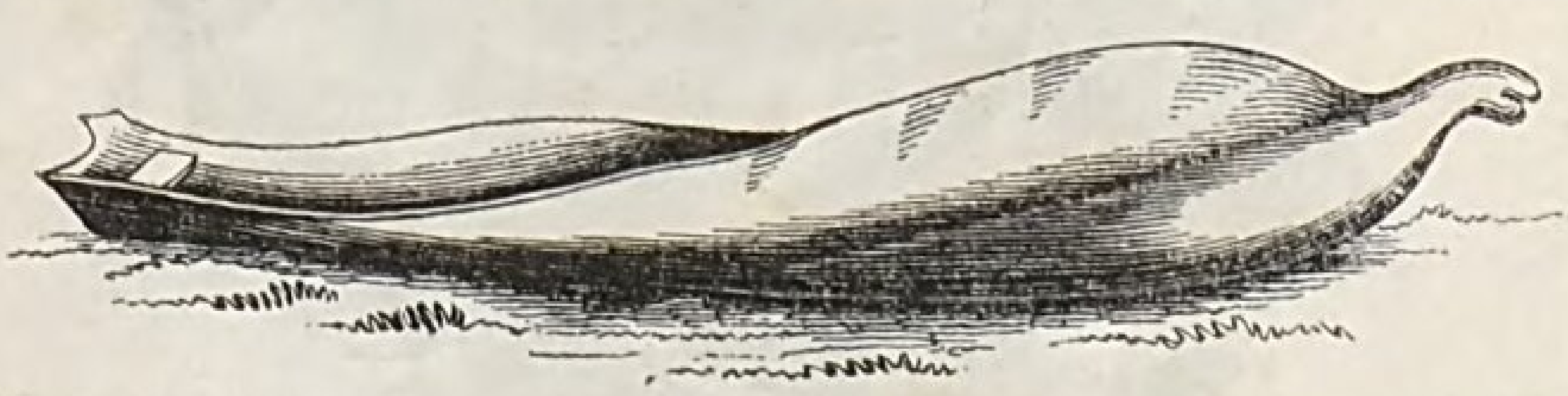


Fig. 270. Ein Boot aus einem Eichenstamme, im Torflager von Forfarshire in Schottland gefunden.

Zweiter Abschnitt.

Die Naturgeschichte des Menschen
oder
Anthropologie.

Das jüngstgeschaffene Wesen der Natur, das Meisterwerk der Schöpfung, ist der Mensch, mit den Thieren nahe und innig verwandt durch seinen Körper, dessen Vorzüge ihn doch so hoch über jene erheben. Viele Thiere übertreffen ihn an Kraft, viele an dieser oder jener Körpergeschicklichkeit und Sinnesfeinheit, viele theilen selbst die eine und andere seiner geistigen Fähigkeiten — und doch beherrscht der Mensch sie alle. Es ist nicht körperliche Stärke und nicht die Uebergewalt einer ausschließlichen Begabtheit, welche die Erhabenheit des Menschen begründet — sondern die Veredlung seiner Kräfte durch eine vielseitige Gleichmäßigkeit in körperlicher und geistiger Hinsicht.

Körpergestalt. — Die Vorzüge der allgemeinen Körpergestalt des Menschen vor allen andern lebenden Wesen bestehen in der aufrechten Haltung, sowie in der Verschiedenartigkeit der beiden Paare seiner Gliedmaßen, welche seine Befähigung zu Bewegungen und Verrichtungen vermannigfaltigen. Zur aufrechten Stellung fehlt selbst denjenigen Thieren, deren Körper dem des Menschen vorzugsweise ähnlich ist, die Stärke des Schenkels und der Wade, der zu jeder Beugung bequeme Bau der Füße, die rund vorspringende Ferse, die verhältnißmäßige Breite der Hüften und der damit verbundene und zur Erhaltung des Gleichgewichtes so wichtige breite Abstand der Füße von einander, und endlich die fast kugelige Form des auf dem Halse im Schwerpunkte getragenen Kopfes. Ohne Beispiel unter allen Thieren ist auch die Einrichtung unserer Arme, von der Breite, Beweglichkeit und Kraft der Schultern bis zu der geschickten Bildung der Hand, deren Finger, nur auf der Oberseite mit dünnen, abgerundeten Plattnägeln bedeckt und zum feinsten Tasten geeignet, ein anderes Verhältniß der Länge zeigen, als die Zehen des Fußes, und deren nur wenig zurückstehender Daumen sich den andern, nicht übermäßig längeren Fingern entgegenbeugen kann, um so die gelenkigste Zange, das feinste Werkzeug zur Arbeit zu bilden.

Fähigkeiten. — Könnte es scheinen, als ob andererseits der Mensch durch Entbehrung mancher Einrichtungen, welche die einen oder andern Thiere besitzen, durch seine verhältnißmäßig geringere Stärke, durch Mangel natürlicher Schutzbedeckungen

und Waffen und durch schwächere Ausbildung verschiedener Sinne, andern Thieren in manchem Stücke nachstünde, so gibt ihm doch der wunderbare Bau seines Gehirnes, worin der Sitz seines denkenden Geistes ist, unschätzbare Fähigkeiten, mit deren Hülfe er alles Fehlende zu ersetzen weiß. Er macht sich sinnreich Kleidungen und Wohnungen zum Schutze gegen das Wetter, und trotzt dadurch nicht allein dem Wechsel der Jahreszeiten, sondern vermag auch seinen Wohnsitz über alle Theile der Erde zu verbreiten, von den wärmsten bis zu den kältesten. Er verfertigt sich Waffen zum Widerstande und Angriffe gegen andere Geschöpfe, und lernt dadurch nicht allein sich gegen ihre Stärke schützen, sondern bändigt sie unter seinen Willen und erbeutet sie zu beliebiger Nahrung. Fehlen ihm gleich die Flossen des Fisches und die Krallen und Greiffüße kletternder Thiere, so weiß er dennoch durch Zweckmäßigkeit der Bewegungen zu schwimmen und zu tauchen und zu klettern. Entbehrt er der Grabschaufeln des Maulwurfes, so vermag er dagegen mit Hülfe künstlicher Werkzeuge die Erde und selbst den festesten Felsen zu durchwühlen. Mangeln ihm die schnellen Läufe des Hirsches und die Flügel des Vogels, so bändigt er das flüchtige Roß, benutzt den eilenden Wind und die noch schnellere Kraft des Dampfes zur raschen Reise über Land und Meer, entsendet in weite Ferne das tödtliche Geschoß, um seine fliehende Beute zu erlegen, und erhebt sich im Luftschiffe bis über die Wolken. Die scharfen Augen des Falken, wie tausendfach überbietet er sie durch seine Fernrohre. Ja es scheint, als seien alle Mängel für den Menschen zu Vortheilen geworden, indem sie denselben nöthigten, die Kräfte seines Geistes zu benutzen und dadurch zu üben, gesellig zu leben und sich dadurch gegenseitig und gemeinsam zu veredlen. Ist doch selbst die so erbarmungswürdige und so lang dauernde Hülflosigkeit des Kindes ein mächtiges Band, welches die Familien zusammenhält, die wohlthätige Erziehung möglich macht und zur Gründung der ersten Staaten Veranlassung gab. Und wie zahllose ersprießliche Verhältnisse sind nicht auch daraus hervorgegangen, daß der Mensch fast keine Speise unzubereitet genießen kann, und nicht, wie die Thiere, eine Nahrung, auf welche er angewiesen ist, überall oder in einer besonderen Gegend der Erde vorfindet, sondern daß er seine Nahrung suchen, pflegen, zubereiten und nach Belieben seines empfindlichen Geschmacks- und Geruchssinnes auswählen muß, daß er aber auch in allen Gegenden der Erde Pflanzen oder Thiere, welche er vorfindet, zu seiner Speise zu benutzen weiß.

Menschenracen.

Es gibt sehr verschiedene Menschen in den verschiedenen Ländern der Erde; keineswegs sind alle weiß von Hautfarbe, oder mit eben solchen Gesichtszügen versehen und eben solcher Leibesgestalt begabt, wie wir, sondern es gibt auch gelbe, braune, rothe, schwärzlich gelbe, schwarze u. s. w. und sehr verschieden gestaltete. Die Abtheilungen von Menschen, welche man nach diesen Farben und nach der Körperbildung unterscheidet, nennt man Racen (sprich: rassen). Man kann deren mehr als zwanzig unterscheiden. Die drei wichtigsten Hauptracen (Fig. 271) sind die kaukasische, die mongolische und die äthiopische, und die Hauptmerkmale derselben liegen in der Gesichts- und Kopfbildung.

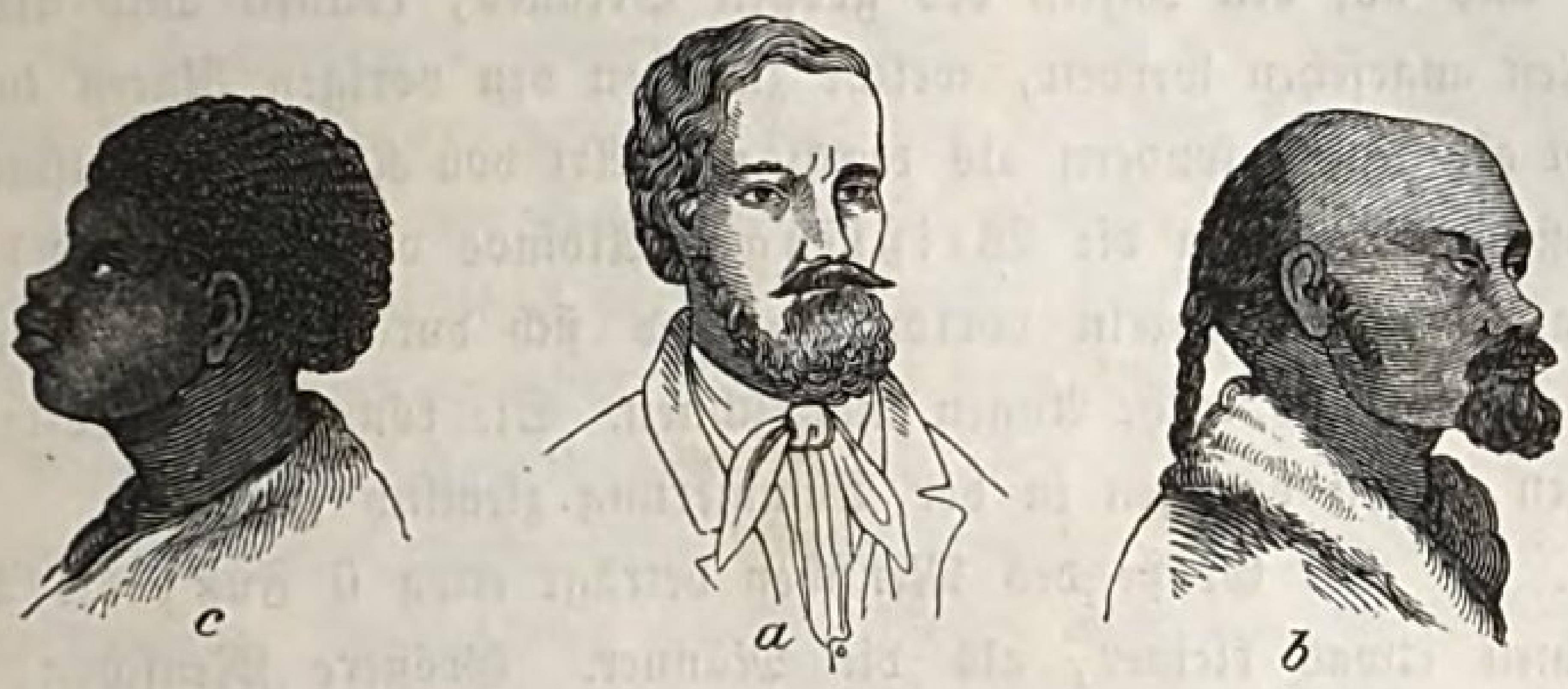


Fig. 271.

c. Aethiopische Race. a. Kaukasische Race. b. Mongolische Race.

a. Die kaukasische Race, zu welcher wir gehören, hat ihren Namen vom Gebirge Kaukasus, in welchem der schönste Menschenschlag dieser Race, das Volk der Cirkassier oder Tscherkessen, wohnt. Dieselbe hat eine weißröthliche, nur durch die Sonne oft gelbliche oder gebräunte, Farbe der Haut, ein ovales Angesicht, gerade Stirn, hochgewölbten Schädel (weßhalb man diese Race auch wohl Hochschädelrace nennt), wenig vorragende Wangenknochen, wagerecht stehende Augen und weiches, wellenförmig hangendes, oft braunes oder helleres Haupthaar. Bei Kindern sind diese Kennzeichen noch nicht alle wahrzunehmen, sondern erst bei ausgewachsenen Menschen dieser Race. Es gehören zu derselben fast alle Völker Europa's, des westlichen Asiens und des nördlichen Afrika's und insbesondere die gebildetsten und edelsten Nationen, z. B. die Deutschen, Franzosen, Engländer, Italiener. Obiges Bild (Fig. 271, a) zeigt einen Deutschen.

b. Die mongolische Race, so genannt nach dem Mongolenvolke in Mittelasien, ist gelb gefärbt, hat ein plattes, eckiges Angesicht, schiefe, niedrige Stirn, breiten Schädel (weßhalb diese Race auch Breitschädelrace genannt wird), stark vorragende Wangenknochen, schief nach unten gerichtete, schmal geöffnete Augen und härteres, schlichtes, rabenschwarzes Haupthaar. Es gehören zu dieser Race fast alle Völker des nördlichen und östlichen Asiens und vieler benachbarter Inseln. Obiges Bild (Fig. 271, b) zeigt einen Tungusen.

c. Die äthiopische Race, nach Aethiopien, d. i. Afrika, benannt, ist schwarz gefärbt, hat ein fleischiges Angesicht, mit stark nach vorn hervorragenden Kinnladen, breiter, eingedrückter Nase und dick aufgeworfenen Lippen, runde, zurückliegende Stirn, einen flach gewölbten, schmalen, nach hinten verlängerten Schädel (weßhalb diese Race auch Langschädelrace genannt wird) und schwarzes, wollenartiges Haupthaar. Sie hat in Gesichts- und Körperbildung manche Aehnlichkeiten mit kleinen Kindern der kaukasischen Race und selbst mit manchen sehr menschenähnlichen Affenarten. Diese Race, zu welcher hauptsächlich die Völker des mittleren und südlichen Afrika gehören, welche aber auch über viele Inseln Australiens verbreitet und durch den Sklavenhandel in Amerika eingeführt worden ist, zeigt die geringste, ja zum Theil fast gar keine, Bildungsfähigkeit und steht somit, körperlich und geistig, auf einer weit niederen Entwicklungsstufe.

Die rothen Bewohner Amerika's (im Norden Hochschädel, in Mittelamerika Breitschädel, in Südamerika Langschädel), sowie die schwärzlich gelben Malayen in

Hinterindien und auf den Inseln des großen Oceanes, können auch als besonders wichtige Racen angesehen werden, welche zwischen den vorigen Racen in der Mitte stehen. Nicht als Race, sondern als durch eine Art von Krankheit entstandene Ausnahmen, muß man dagegen die Weißlinge (Albinos oder Kakerlaken) betrachten, welche bei allen Racen einzeln vorkommen und sich durch ganz schneeweiße Haut, ebenso weiße Haare und rothe Augen auszeichnen. Sie können das volle Tageslicht nicht vertragen, sehen dagegen in der Dämmerung ziemlich gut.

Größe. — Die Größe des Menschen beträgt etwa 6 Fuß; die Weiber sind im Allgemeinen etwas kleiner, als die Männer. Größere Menschen, Riesen genannt, sind selten, stets nur einzeln in einem Volke und kaum je über 7 bis 8 Fuß, nie über 11 Fuß groß gefunden. Kleinere sind häufig, selten jedoch solche, welche unter 4 Fuß bleiben und welche dann Zwerge heißen, meistens aber mißgestaltet, besonders dickköpfig sind.

Anatomie und Physiologie.

Es ist nicht genug, bloß die äußere Gestalt des Menschenkörpers zu kennen; vielmehr müssen wir auch die Beschaffenheit aller Theile desselben näher untersuchen, wie man sie durch die Zerschneidung (kunstreiche Zergliederung) oder Anatomie kennen gelernt hat, und den Zweck und die Verrichtung jedes Theiles erforschen, wie die Beobachtung der innern Lebensthätigkeit oder Physiologie uns lehrt.

Haut. — Die äußere Hülle des Körpers ist die Haut, welche aus drei verschiedenen Lagen über einander besteht (Fig. 272). Die äußerste derselben, welche sehr dünn, an den Schwielen der Hände und Füße aber durch mehrfache Ansetzung von Innen fast hornartig dick, meistens trocken und von vielen feinen Oeffnungen (Poren) durchbohrt ist, heißt Oberhaut, Basthaut oder Epidermis. Darunter liegt die dicke, aus faserigem Gewebe bestehende und von Säften erfüllte Lederhaut, und unter dieser dann die an manchen Stellen sehr dünne und unbedeutende, an anderen dagegen dickere, Unterhaut, welche auch Zellgewebe, oder weil sie mit Fett erfüllt zu sein pflegt (besonders bei wohlbeleibten Menschen), Fetthautgewebe genannt wird. In dem obersten Theile der Lederhaut, dicht unter

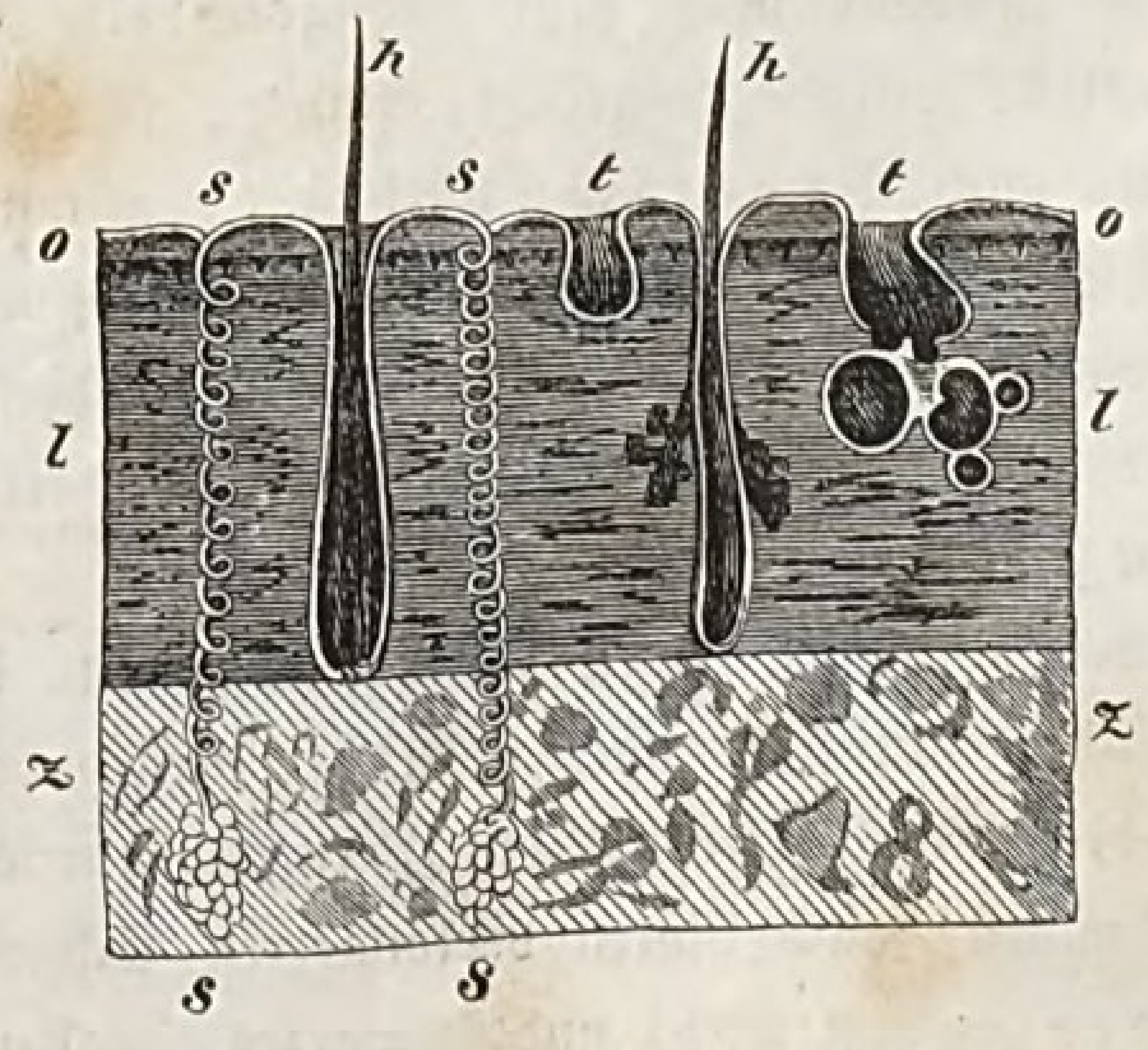


Fig. 272. Ein Durchschnitt der Haut des Menschen.

oo Oberhaut (Epidermis). — ll Lederhaut (Corium). — zz Zellgewebe (Panniculus adiposus). — hh Haare (Pilis, crines etc.). — tt Talgdrüsen (Folliculi sebacei). — ss Schweißdrüsen (Canaliculi spirales, glandulae sudoriferae).

der Oberhaut, ist der Sitz des feinsten Gefühles, welches beim Menschen, zumal an den Fingerspitzen, sehr viel zarter ist, als bei den Thieren, weil die Oberhaut des Menschen nicht dick oder hornartig, auch nicht mit Haaren oder Hufen u. s. w. bedeckt ist. In der Lederhaut befinden sich ferner feine röhrenförmige Säckchen, deren Mündungen die Poren der Oberhaut sind, und in welchen sich theils Fett (Talg),

um die Oberhaut geschmeidig zu erhalten, theils der Schweiß aussondert, theils aber auch die Haarwurzeln entspringen. Denn auch die Haut des Menschen ist behaart, nur daß die Haare meistens sehr fein und kurz sind. Bei kleinen Kindern sind diese feinen Woll- oder Sammthaare viel dichter, als bei Erwachsenen; eine Aehnlichkeit mehr, welche die Kinder mit gewissen Thieren theilen. Die Kopfhaare sind bei Kindern geringer und der Bart fehlt noch ganz; dagegen werden beim erwachsenen Menschen die Haupthaare, zumal beim Weibe, und beim Manne der Bart zu anmuths- und würdevollen Auszeichnungen, welche bei den Thieren nicht ähnlich vorkommen. In letzterer Hinsicht bleibt auch die äthiopische Menschenrace mit dem kurzen wollenartigen Haupt- und Barthaare den Thieren, zumal manchen Affen, am Aehnlichsten. Die Haare bestehen aus dem Stoffe, welchen man Horn zu nennen pflegt, und welcher mit getrocknetem Eiweiß oder Käse viele Aehnlichkeit hat. Sie entstehen in kleinen, tiefen und engen Säckchen der Haut, in welchen sich aus den Gefäßen der Lederhaut der Haarschleim absondert, der vertrocknend die Haare bildet und, weil stets neuer Schleim ausgesondert wird, sich immer länger hervorschiebt. Unter einem starken Vergrößerungsglase bemerkt man deutlich, daß das Innere jedes Haares lockerer ist, als das Aeußere. Man nennt jene lockere Masse, sehr uneigentlich, das Mark des Haares. Die Haare wachsen nie an ihrer Spitze, sondern verlängern sich von ihrer Wurzel aus, wohl aber spitzen sich die abgeschnittenen Haare durch Abnutzung der Enden. Die Farbe der Haare rührt von farbigem Oele her, welches in denselben enthalten ist. Durch dieses sind manche Haare weiß, andere roth oder braun oder schwarz; kocht man dasselbe in siedendem Weingeiste heraus, so werden alle graugelblich. Außer den Haaren bilden sich in der Lederhaut die Nägel, welche die Spitzen der Finger und Zehen bedecken und aus vielen neben einander laufenden fest zusammengewachsenen Fasern (Haaren) bestehen. Ganz eigenthümliche knochenartige Auswüchse der Haut sind die Zähne, welche bei Kindern nur in offenen Rinnen der Kinnladen, in welche die Haut eingesenkt ist, entstehen (Fig. 273 und 274), und gegen das siebente Jahr

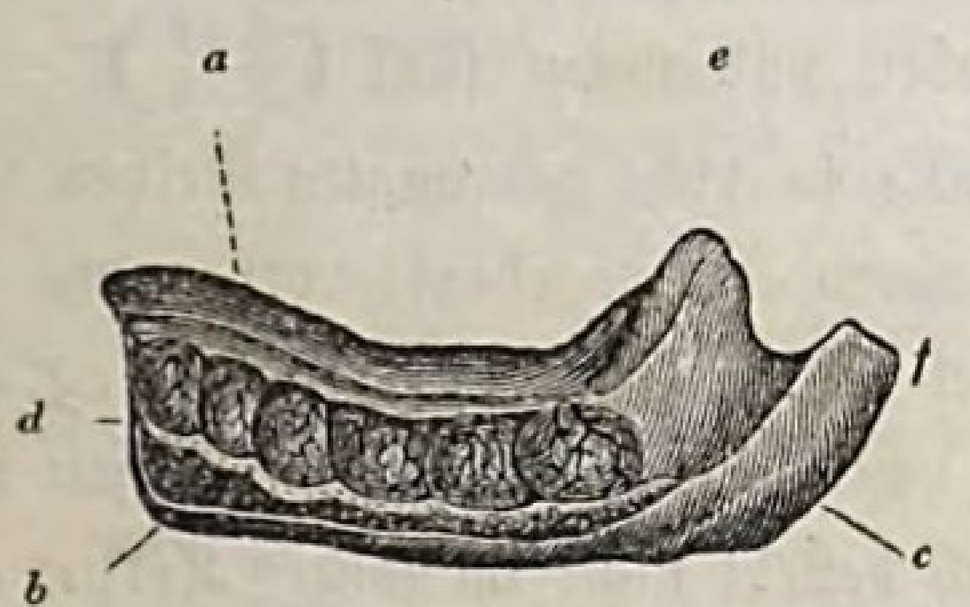


Fig. 273.

Geöffneter Kiefer eines sehr jungen Kindes.*

* Die Außenseite des Knochens ist weggenommen, um die Zahnkapseln, in welchen die Keime der Zähne ruhen, bloßzulegen. *a* das Zahnfleisch; *b* unterer Rand des Kiefers; *c* Winkel des Kieferknochens; *d* Zahnkapseln; *e* Kronenfortsatz; *f* Gelenkfortsatz.

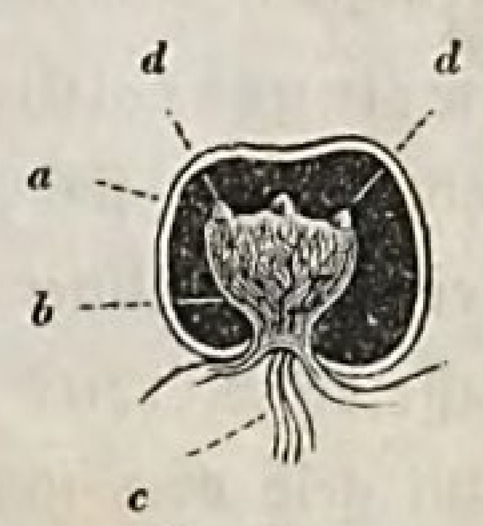


Fig. 274.

Ein einzelner Milchzahn eines Kindes.**

** *a* die Kapsel; *b* das Zahnsäckchen; *c* Blutgefäße und Nerven, welche in das Zahnsäckchen eindringen; *dd* Schmelzsubstanz.

ausfallen (Milchzähne), worauf sie in den engen Gruben (Alveolen) der Kinnladen, welche sich mittlerweile durch Emporwachsen der Kieferränder und Entwicklung von Knochenscheidewänden zwischen den Zähnen gebildet haben, und in welche sich unter den Milchzähnen die untere Hautschicht hineinsenkt, neu entspringen. Sie wachsen dann

mit schmelzbedeckten Kronen nach oben hervor, und zugleich mit langen, bloß knöchernen, Wurzeln in die Kinnladen hinein. Die Zähne enthalten außer dem Hautgewebe, in welches durch die Wurzel ein markiger Faden (Nerv) und eine Ader eindringt, besonders Leimtheile und sehr viel Kalkerde, welcher sie ihre Härte verdanken und welche man in starkem Essig ganz herauslösen kann, wie man Zucker in Wasser auflöst. Die Kalkerde ist in den Zähnen mit Phosphorsäure und im oberen Schmelze außerdem mit Flußsäure verbunden. Es gibt beim Menschen hauptsächlich dreierlei Zähne (Fig. 275). Vorn im Munde, in dem mittleren Theile

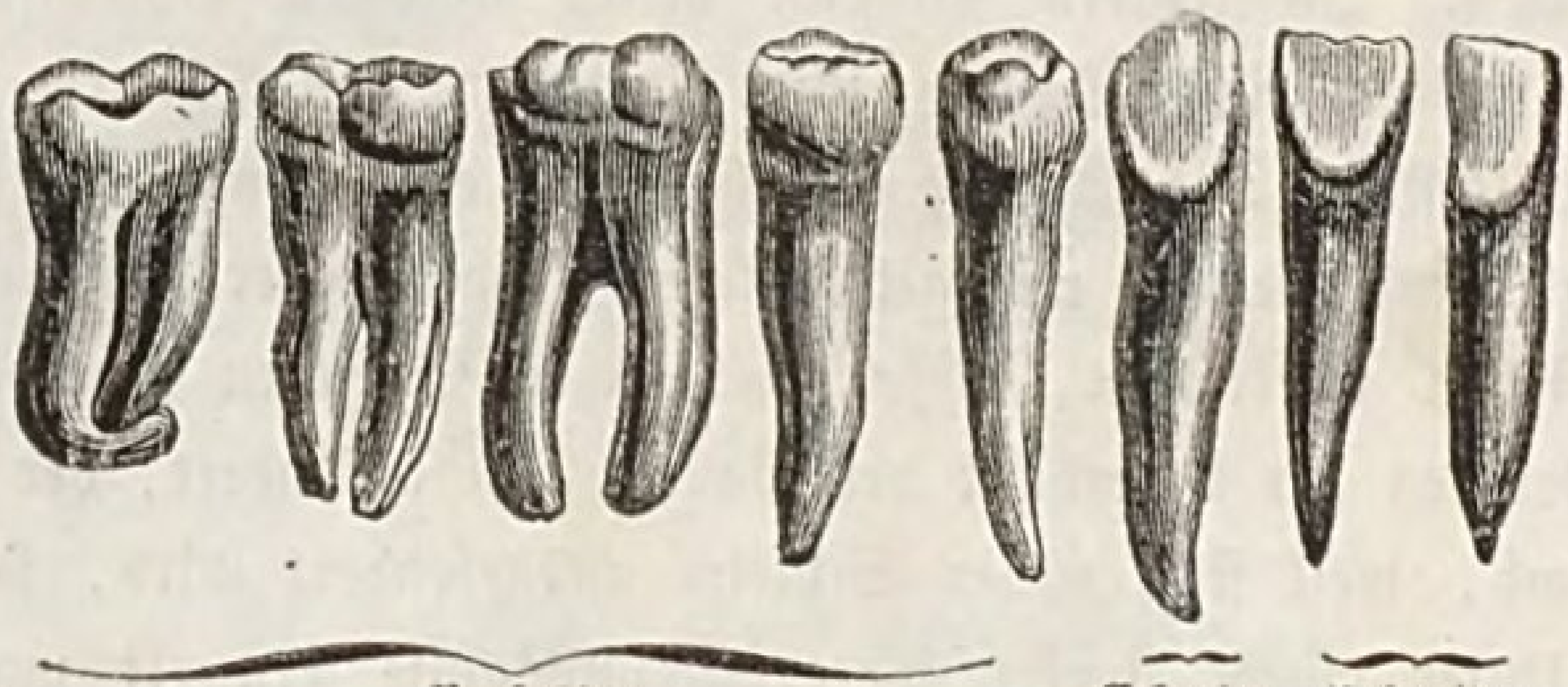


Fig. 275. Zähne des Menschen.

der Oberkinnlade und in dem entsprechenden Theile des Unterkiefers stehen die Schneidezähne, deren Kronen wie Meißel geschärft und welche unten mit einer Wurzel versehen sind. Weiter zur Seite, an den Ecken des Gebisses, stehen die sogenannten Eckzähne, welche oben fast zweihöckerig sind und unten eine fast doppelte Wurzel haben. Der obere Eckzahn wird auch wohl Augenzahn, der untere Hundszahn genannt. In den Wangentheilen der Kinnladen stehen die Backenzähne, oben mit breiter mehrhöckeriger Krone, und die beiden ersten unten mit zwei, oft vereinigten, die hinteren dagegen fast immer mit drei Wurzeln versehen. Schneidezähne hat der Mensch acht, vier obere und vier untere $\left(\frac{4}{4}\right)$; Eckzähne vier, nämlich einen an jeder Ecke des Gebisses, oben wie unten $\left(\frac{1-1}{1-1}\right)$; und Backenzähne zwanzig, nämlich auf jeder Seite oben und unten fünf $\left(\frac{5-5}{5-5}\right)$ — also in Allem zweiunddreißig Zähne, welche alle in dicht gedrängten Reihen stehen und von gleicher Länge sind, was bei keinem andern Thiere ebenso vorkommt.

Fleisch. — Unter der Fetthaut befindet sich zunächst das Fleisch, woraus die Hauptmasse des Körpers besteht. Es ist roth von Farbe, auch bei denjenigen Menschen, deren Haut gelb oder schwarz ist. Das Fleisch besteht nicht im ganzen Körper aus einem zusammenhängenden Stücke, sondern aus fast 500 verschiedenen, einzelnen Stücken, in der Form von kürzern oder längern Strängen, Bändern und Blättern, welche bald außerordentlich fein und klein, bald sehr groß und dick sind und Muskeln (musculus = Mäuslein) genannt werden. Jeder Muskel besteht aber wieder aus sehr vielen fadenartigen Fasern oder Fibern,* welche in gleicher Richtung liegen und gleichsam fest zusammengeleimt sind, etwa wie ein mit Leim getränktes Bündel rother Fäden. Gegen das Ende sind diese Fasern hart, weißlich und sehr zähe und bilden das, was man Sehnen zu nennen pflegt. Die Muskelfasern, und somit die ganzen

* Beim gesottenen Rindfleische kann man solche sehr deutlich wahrnehmen.

Muskeln, können sich ausdehnen und zusammenziehen und dadurch werden alle Bewegungen des Körpers hervorgebracht, von der Bewegung der Arme und Beine, bis zu der feinsten Veränderung der Gesichtszüge. Das Fleisch im Angesichte des

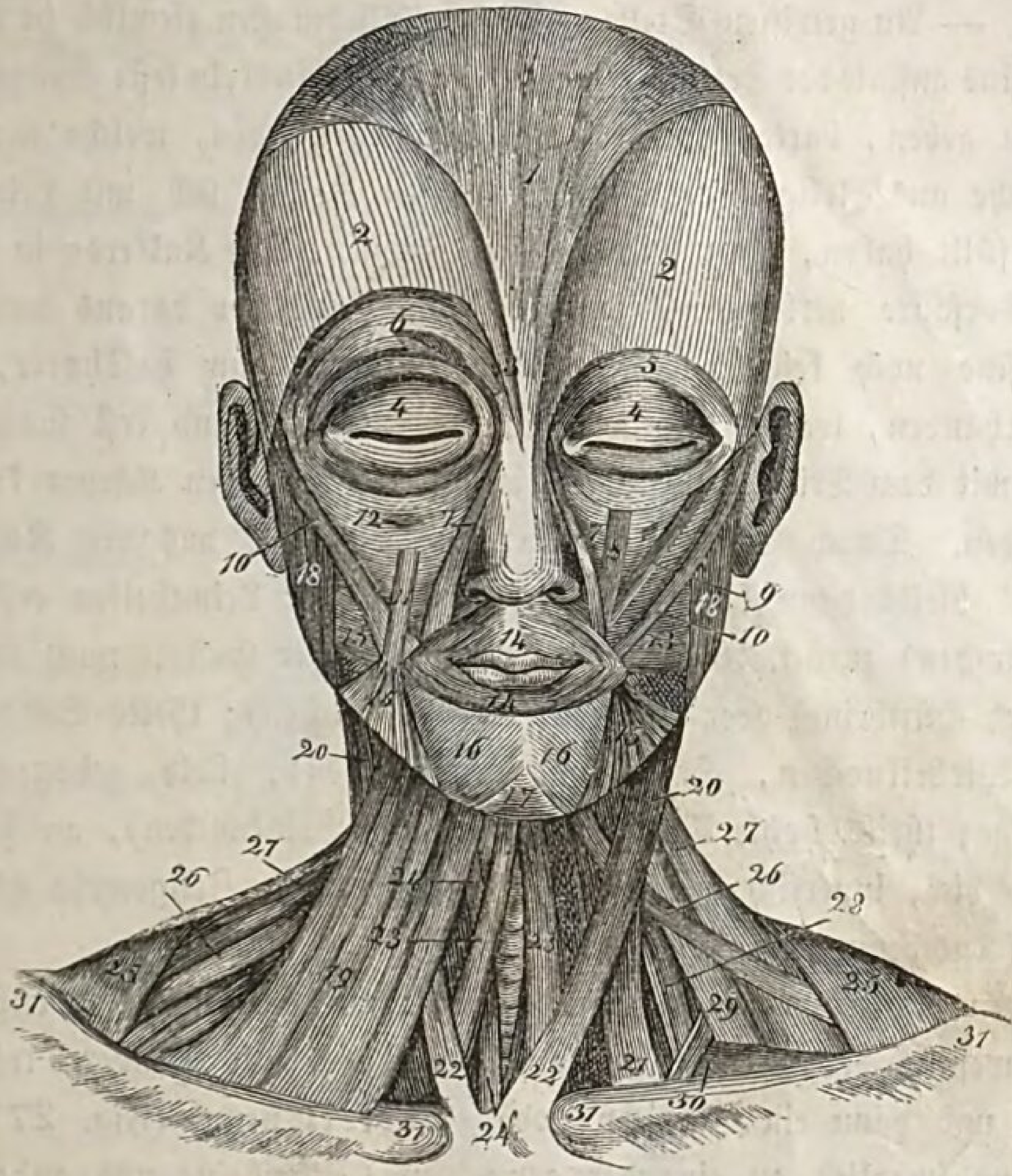


Fig. 276. Der Kopf eines Menschen, von welchem die Haut abgezogen ist, um die Muskeln zu zeigen.* Auf der linken Seite sind mehre Muskeln weggeschnitten, um die darunter liegenden zu zeigen.

* 1. Der sehnige Kopfmuskel: Sehnenhaube (galea aponeurotica). — 2. Stirnmuskel (musculus frontalis). — 3. Stirnzieher (m. procerus). — 4. Innerer Augenkreismuskel (m. orbicularis internus). — 5. Aeußerer Augenkreismuskel (m. o. externus). — 6 Augenbrauenrunzler (m. corrugator supercilii) — 7. Nasenrücker (m. levator labii et nasi). — 8. Oberlippenheber (m. levator labii proprius). — 9. Kleiner Jochmuskel (m. zygomaticus minor). — 10. Großer Jochmuskel (m. zyg. major). — 11. Mundwinkelheber (m. levator anguli oris). — 12. Unteraugenhöhlenloch (foramen infraorbitale). — 13. Backenblasemuskel (m. buccinator). — 14. Mundschließer (m. sphincter oris) — 15. Mundwinkelzieher (m. depressor anguli oris). — 16. Unterlippenzieher (m. depr. labii inferioris). — 17. Kinnheber (m levator menti). — 18. Kaumuskel (m masseter). — 19. Breiter Halsmuskel (m. latissimus colli). — 20. Kopfnicker (m. sternocleido-mastoideus). — 21. und 22. Zweifaches Ende des Kopfnickers. — 23. Brust-Zungenbeinmuskel (m. sternohyoideus). — 24. Brustbein-Schildknorpelmuskel (m. sternothyroideus). — 25. Breiter Schultermuskel (m. cucullaris). — 26. Schulter-Zungenbeinmuskel (m. omohyoideus). — 27. Schulterblattheber (m. levator anguli scapulae). — 28. und 29. Rippenhalter (m. scalenus anticus u. medius). — 30. Schulterblattzieher (m. serratus). — (31. Schlüsselbein).

Menschen besteht aus nicht weniger als 46 Muskeln, die zum Theil übereinander liegen und sich kreuzen, und deren jeder seine besonderen Bewegungen bewirkt (Fig. 276). Das Fleisch der Hand besteht aus 19 größeren und mehren kleinen Muskeln. An den Gliedmaßen unterscheidet man vorzugsweise Streckmuskeln und Beugemuskeln; dieselben pflegen oberhalb und unterhalb eines Gelenkes befestigt zu sein, so daß nur die Sehnenstränge über das Gelenk hinlaufen. Die Streckmuskeln liegen auf der Streckseite der Gelenke, die Beugemuskeln auf der Beugeseite. Beim Menschen sind keine Muskeln ausgezeichneter und stärker, als die des Oberschenkels und der Wade, keine feiner und künstlicher, als die des Auges. — Zwischen den Muskeln befindet sich ähnliches Zellgewebe oder Fetthautgewebe, wie dasjenige, welches die

Unterlage der Haut bildet (Intermuskulargewebe). Es erleichtert die geschmeidige Bewegung der Muskeln. An vielen Stellen und besonders bei mageren Menschen ist es sehr dünn und enthält wenig Fett; an andern Theilen dagegen und besonders bei feisten Menschen ist es oft außerordentlich fettreich und dick.*

Knochen. — An gewissen Stellen, bei den Gliedmaßen ziemlich in der Mitte der Muskelmasse, sind anstatt des Fetthautgewebes, um den Muskeln feste Stützpunkte für die Bewegungen zu geben, harte, steinartige Massen vorhanden, welche man Knochen nennt und welche aus Zellgewebe bestehen, dessen Zellen sich mit Leimtheilen und Kalkerde ausgefüllt haben, ganz wie bei den Zähnen. Die Kalkerde in den Knochen ist mit Phosphorsäure verbunden, so daß man Phosphor daraus darstellen kann. Bei Kindern sind noch keine harte Knochen, sondern nur halbharte, sogenannte Knorpel, vorhanden, welche weniger Kalkerde enthalten und erst später durch den Kalk, welcher mit dem Trinkwasser oder der Nahrung in den Körper kommt, steinartig hart werden. Durch Salzsäure kann man den Kalk aus den Knochen wieder auflösen und es bleibt dann bloß das Zellgewebe, mit Leimtheilen erfüllt, in der Gestalt des Knochens zurück.** Die Knochen sind ihrer Gestalt nach theils Platten (Schulterblätter, Hüftbeine) oder Schalen (Schädelknochen); theils Stäbe, und zwar bald gerade (Wirbelknochen, Hand- und Fußspeichen), bald gebogene (Rippen), runde oder eckige; theils hohle Röhren (Arm- und Beinknochen), an beiden Enden verschlossen und dick, innerlich mit lockerem verknöchertem Zellgewebe (Diploe) oder mit Fettmasse (Knochenmark) ausgefüllt.

Die Knochen bilden im Körper eine Art zusammenhangenden Gerüstes, welches man nach Verwesung der weichen Theile des Körpers mit Bändern wieder zusammenfügen kann und dann ein Gerippe oder Skelett nennt (Fig. 277). Manche Knochen sind unbeweglich an einander gewachsen (Stirnbeine und andere Schädelknochen); andere durch biegsame Knorpelmasse mit einander verbunden (die Rippen mit dem Brustbeine, die Wirbel unter sich); andere durch sehnige Fasern, Bänder oder Ligamente, an einander gehängt. Wo Letzteres der Fall ist, pflegen beide verbundenen Knochen mit einem runden Knopfe oder einer Art Rolle versehen zu sein (Knie, Ellenbogen, Fingerglieder); bei einigen derartigen Verbindungen aber hat nur der eine Knochen einen runden Kopf, der andere dagegen eine Grube (Pfanne), in welche jener Kopf hineinpaßt (der Oberschenkel mit dem Hüftgelenke, der Unterkiefer mit dem Oberkiefer). Die bewegliche Verbindung zweier Knochen nennt man ein Gelenk; ein solches ist stets mit zähem und geschmeidigem, sehnenartigem Gewebe umhüllt. Die runden knopf- oder rollenförmigen Enden der Knochen dienen für die Bewegungen der Streckmuskeln etwa so, wie die Rollen, über welche man bei einer Winde die Zugseile hängt, um ein Gewicht zu heben.***

Bei kleinen Kindern sind viele einzelne Knorpelstücke oder Knochen vorhanden,

* Man macht sich hievon am Besten einen Begriff, wenn man an einen durchschnittenen Schweineschinken denkt, bei welchem man die Durchschnitte der rothen Muskeln und des mit weißem Fette erfüllten, sehr ausgedehnten Zellgewebes (Speck) sowohl unter der Haut, als auch zwischen den Muskeln, deutlich wahrnimmt; denn ganz ähnlich ist es beim Menschen.

** Bei Thierknochen thut man dies oft, um sodann Leim daraus zu kochen.

*** So z. B. wenn man bei aufgehobenem Beine das Knie streckt und also vermittelst des am Ober- und am Unterschenkel befestigten Streckmuskels den Unterschenkel und Fuß emporhebt.

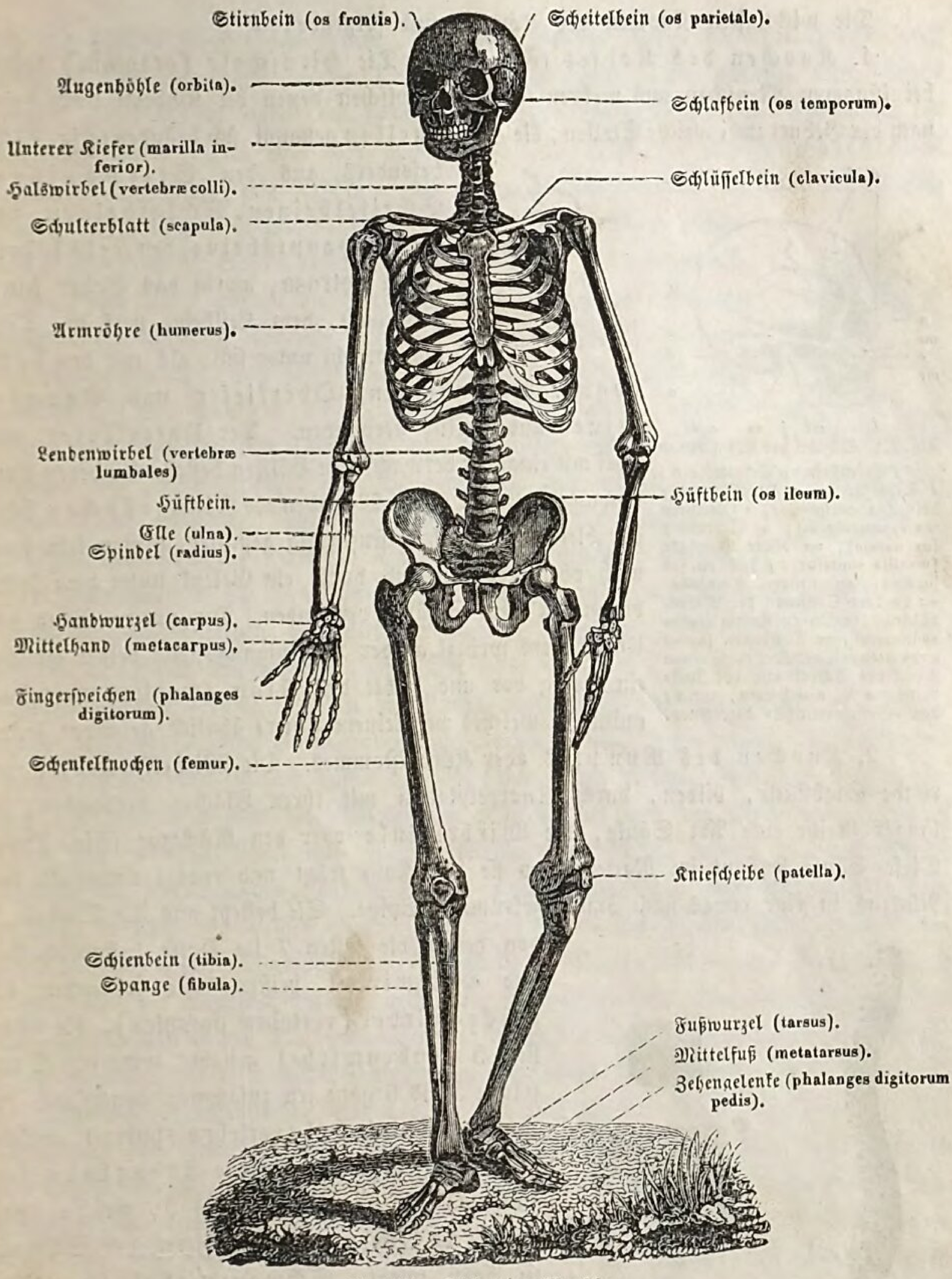


Fig. 277. Skelett des Menschen.

welche späterhin an ihrer Berührungsstelle (Naht) zu einem gemeinsamen Knochen verwachsen, z. B. die zwei Seitentheile des Stirnbeines, sowie die drei Knochenstücke der Oberkinnlade, deren mittleres, worin die Schneidezähne stecken, das Zwischenkieferbein genannt, bei allen Thieren von den beiden Seitenstücken getrennt ist und bei vielen das ganze Leben hindurch getrennt bleibt, beim Menschen aber so frühe mit denselben verwächst, daß man lange geglaubt hat, es sei nie getrennt. Manche Knochen verwachsen erst im höheren Alter, z. B. die beiden Scheitelbeine u. a.

Die wichtigsten Knochen des Körpers sind folgende:

1. Knochen des Kopfes (Fig. 278). Die Hirnschale (cranium) besteht bei jüngeren Menschen aus mehren Stücken, zwischen denen bei Kindern noch lange nach der Geburt zwei weiche Stellen, die Fontanellen genannt, sich befinden (Fig. 279), besonders aus den Stirnbeinen, Scheitelbeinen, Schlafbeinen, dem Hinterhauptsbeine, den Felsbeinen (ossa petrosa, worin das Gehör seinen Sitz hat), dem Keilbeine u. s. w. Diese sind sowohl unter sich, als mit den Jochbogen, Nasenbeinen, Oberkiefer und Gaumenbeinen unbeweglich verbunden. Der Unterkiefer, aus zwei mit einander verwachsenen Hälften bestehend, deren Verbindungsstelle bei vielen Menschen als Kinngrübchen sichtbar bleibt, ist fast hufeisenförmig gestaltet, hinten sehr breit nach oben gebogen und durch ein Gelenk unter dem Jochbogen mit dem Schädel verbunden. Der untere Rand des Unterkiefers springt an der Vereinigungsstelle beider Hälften ein wenig vor und bildet das Kinn (mentum prominiculum), welches bei keinem Thiere ähnlich gefunden wird.

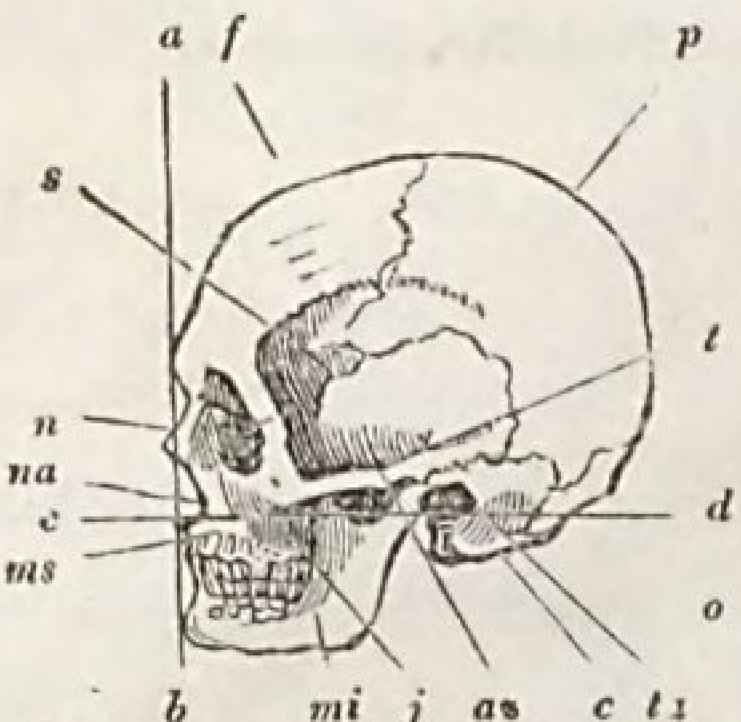


Fig. 278. Schädel des Menschen.*

* f Stirnbein; p Scheitelbein; t Schlafbein; o Hinterhauptsbein (os occipitale); s Keilbein (os sphenoideum); n Nasenbein (os nasale); ms obere Kinnlade (maxilla suporior); j Jochbein (os jugale); mi untere Kinnlade na vordere Oeffnung der Nasenhöhlen; ta Ohrenöffnung (tubus auditorius); as Jochbogen (arcus zygomaticus), gebildet durch einen Theil des Schlaf- und des Jochbeins; a b, c d Linien, welche den „Gesichtswinkel" bezeichnen.

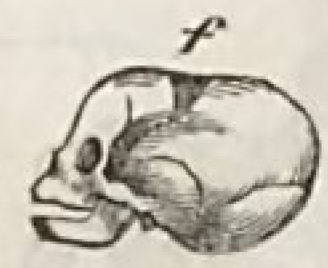


Fig 279. Der Schädel eines sehr jungen Kindes. f große Fontanelle.

2. Knochen des Rumpfes oder Körperstammes. Die Wirbelknochen, kurze, runde Stabstücke, bilden, durch Knorpelplatten mit ihren Flächen verbunden, in langer Reihe eine Art Säule, die Wirbelsäule oder den Rückgrat (Fig. 280). Diese Säule beginnt im Nacken, wo sie den Kopf trägt und endigt unterhalb des Rückens in eine etwas nach Innen gekrümmte Spitze. Sie besteht aus 35 Wirbeln,* von denen die ersten 7 im Halse befindlich sind und Halswirbel heißen, die folgenden 12 Rückenwirbel (vertebræ dorsales), die nächsten 5 Lendenwirbel genannt werden. Dann folgen 5 bis 6 ganz fest zusammengewachsene, die Kreuzbeinwirbel (vertebræ spuriæ), welche das etwas hohl eingebogene Kreuzbein (os sacrum) bilden; endlich 4 bis 5, welche, weil sie sich da befinden, wo bei Thieren der Schwanz zu sitzen pflegt, Schwanzwirbel (vertebræ coccygeæ) heißen. Jeder Wirbelknochen oder Wirbelkörper (Fig. 281, a) ist auf seiner Rückenseite noch versehen mit einem bogenförmigen Knochendache, dem Wirbelbogen, welcher unter sich auf dem Wirbelknochen einen Raum läßt und über sich, nach dem Rücken zu, einen schmalen Knochenvorsprung, den Dorn (processus spinosus) oder Grat (b), trägt. Diese Dornen sind es, deren Reihe man auf der Mittellinie des Nackens und Rückens deutlich fühlen kann, wo sie, schief abwärts geneigt, fast


Fig. 280. Rückenwirbelsäule des Menschen.

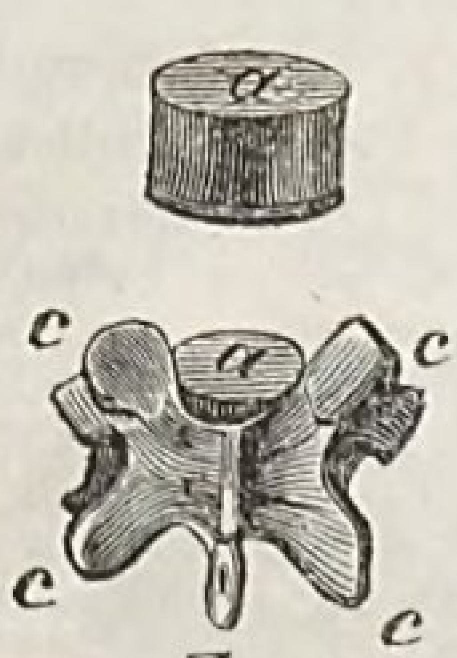


Fig. 281. Rückenwirbel des Menschen.
a Wirbelkörper. — b senkrechter Dorn. — c Querfortsätze.

* Bisweilen 34 oder 36.

wie die Zähne einer Säge stehen. Aehnliche Dornen haben die Wirbelbogen auch seitwärts (c) und diese heißen Querfortsätze (processus obliqui und transversi). Der Raum unter der ganzen Reihe der Wirbelbogen (mit Ausnahme der Schwanzwirbel) bildet eine Art von Röhre und heißt der Rückenmarkskanal (canalis medullaris, Fig. 282). — An die zwölf Rückenwirbel fügen sich ebenso viele Paare von Rippen (costæ), bogenförmige Knochenstücke, welche vom Rücken um die Seiten des Körpers bis gegen die Mitte der Brust laufen, wo die 7 oberen an eine, der Rückenwirbelsäule einigermaßen entsprechende, aber nur kurze, Reihe von platten Knochen- und Knorpelstücken, das sogenannte Brustbein (sternum), angewachsen sind, während die 5 unteren, welche auch falsche Rippen (costæ spuriæ) heißen, das Brustbein nicht erreichen, sondern sich durch Knorpel und Sehnenbänder jede an die nächst obere Rippe anheften. Auf diese Weise bilden die Rippen ein korbähnliches Gewölbe, welches Brustkorb (thorax) genannt wird, und welches sich, weil die Rippen am Rückgrate mit Gelenken versehen sind, durch Hebung derselben, vermittelst besonderer Muskeln (Rippenhalter, Fig. 276, 28 und 29, und Rippenheber, Fig. 283, i), erweitern, durch Senkung derselben dagegen verengern kann. — An die Kreuzbeinwirbel ist nach jeder Seite eine breite, etwas gewölbte Knochenplatte unbeweglich angewachsen, deren obere, kammförmige Hervorragung man in der Hüfte deutlich fühlt, und welche daher das Hüftbein heißt. Dieses umschließt den Bauch vom Rücken und von der Seite und hat nach unten und vorn ein Paar mit ihren gekrümmten Enden sich wieder zu einem Ringe vereinigende Fortsetzungen, das Sitzbein (os ischii) und das Schoßbein (os pubis), welche von beiden Seiten ganz unten vorn am Bauche sich begegnen und durch Knorpel zusammengefügt sind, so daß sie den Unterleibs- oder Schoßbogen bilden. Da die Kreuzbeinwirbel, nebst den Schwanzwirbeln, die Hüftbeine und der Schoßbogen den Bauch und seinen Inhalt stützen, wie eine Schale oder ein Becken, so nennt man alle diese Knochen zusammen auch wohl das Beckengerüste (pelvis). — Aehnliche Knochenstücke, wie die, welche das Becken bilden, befinden sich im Obertheile des Rumpfes, ohne jedoch so fest mit dem Rückgrate oder unter einander verwachsen zu sein. Diese sind die Schulterblätter mit den Schultergräten und die Schlüsselbeine, welche zusammen das Schultergerüste bilden. Jedes Schulterblatt ist eine spatelförmige Knochenplatte, welche im Fleische des Rückens über den Rippen in der Schultergegend liegt und die Schultergräte (spina scapulæ) trägt, einen kielartigen Kamm, mit einer nach der Schulterecke seitwärts gerichteten Fortsetzung (acromion). Die Schlüsselbeine, ein Paar etwas gebogener Stäbchen, verbinden jederseits die Schulterecke mit dem obersten Stücke des Brustbeines, der Handhabe (manubrium), und liegen somit wagerecht vorn unten am Halse.



Fig. 282. Wirbel mit Bogen von der Gelenkfläche gesehen.*

* a Wirbelkörper (corpus vertebræ). — b Dornfortsatz. — c Querfortsatz.

3. Knochen der Gliedmaßen. Das fest an die Wirbelsäule, welche den Körper gerade erhält, angewachsene Beckengerüste, hat zu jeder Seite, da wo von dem Hüftbeine das Schoßbein und das Sitzbein entspringen, eine tiefe, hohlkugelförmige Grube oder Pfanne. In diese fügt sich ein kugelförmiger Gelenkknopf (caput femoris), welcher dem großen einzigen Knochen des Oberschenkels angehört. Der

Oberschenkelknochen ist ein runder, innen röhrenartig hohler Stab, der an seinem oberen Ende eine stumpfe Ecke (trochanter) und neben dieser einen seitwärts gebogenen Hals besitzt, dessen Schluß der genannte Gelenkknopf ist. Am Knie endigt der Oberschenkel in eine breite, durch eine tiefe Hohlfurche zweigetheilte Rundung. An diese fügen sich im Kniegelenke die stabförmigen Knochen des Unterschenkels (ossa cruris), zwei an der Zahl, von denen der dickere, röhrenartige, Schiene, der dünnere Fessel oder Spange genannt wird, und deren lose Verbindung dem Beine die Drehung nach Innen und Außen gestattet. Auf dem Kniegelenke selber liegt ein runder, linsenförmiger Knochen, die Kniescheibe (Sesambein oder Erbsenbein). — An den Unterschenkel schließen sich die Knochen des Fußes. Mehre kurze und stumpfeckige Knochenstücke, zu denen das rund nach Hinten vorragende Fersenbein gehört, bilden die Fußwurzel; darauf folgen die fünf Speichen oder Strahlen des Mittelfußes und auf diese die Knochen der Zehen, nämlich zwei vor einander liegende Stücke (Phalangen) im Daumen und drei in jeder andern Zehe. — Die oberen oder vorderen Gliedmaßen, die Arme, haben viel Uebereinstimmendes mit den Beinen; es sind unbedeutende Abweichungen in der Bildung der einzelnen Theile, welche die große Verschiedenheit in der ganzen Form und Brauchbarkeit der beiden Gliedmaßenpaare hervorbringen. Wie an dem Vereinigungspunkte des Hüft-, Schoß- und Sitzbeines sich das Gelenk für den Oberschenkelknochen befindet, so bildet das Schulterblatt mit der Schultergräte und dem Schlüsselbeine in der Schulterecke die gemeinsame, freilich minder feste und steife Gelenkfügung für den Oberarm (brachium). Der Oberarmknochen hat die größte Aehnlichkeit mit dem Oberschenkelknochen, nur ist er kürzer, der Gelenkknopf ist nicht durch einen Hals von ihm entfernt, sondern bildet unmittelbarer sein oberes Ende. Am unteren Ende hat er eine feine Rolle und daneben Hohlkehlen. Im Ellenbogengelenke sind an ihm die Knochen des Unterarmes (ossa antibrachii) befestigt, zwei an der Zahl, wie beim Unterschenkel; von diesen heißt der dickere, röhrenartige und am Ellenbogen durch einen Ansatz, ein angewachsenes Sesambein (olecranon) verlängerte, die Elle, der dünnere Spindel, und die bewegliche Verbindung dieser Knochen ist es, welche die gewandte Drehung des Armes und der Hand möglich macht. An die Knochen des Unterarmes fügen sich die Handwurzelknochen, acht an der Zahl, klein, stumpfeckig, beweglich; an diese die fünf Speichen oder Strahlen der Mittelhand und endlich die Fingerglieder (Phalangen), zwei vor einander liegende Glieder des Daumens und drei für jeden andern Finger.

Eingeweide. — Im Innern des Körperrumpfes befindet sich eine Höhlung, indem das Knochengerüste nach Innen kaum eine ebenso dicke Muskellage trägt, wie nach Außen. Diese Höhlung ist aber durch einen sehr breiten, hautartigen Muskel in zwei Theile getheilt, welcher von den unteren Rippen quer durch den Körper zum Rückgrate hin ausgespannt ist, freilich nicht ganz gerade, wie das Fell einer Trommel, sondern nach der Mitte zu gewölbartig in den Brustkorb aufsteigend. Dieser Muskel wird seiner Lage und Beschaffenheit nach das Zwerchfell (d. h. Querhaut, diaphragma) genannt (Fig. 283). Der oberhalb des Zwerchfelles bleibende ziemlich enge Raum heißt die Brusthöhle (cavitas thoracica), der größere unterhalb befindliche dagegen Bauchhöhle (cavitas abdominalis). Die letztere ist, wie das Gerippe

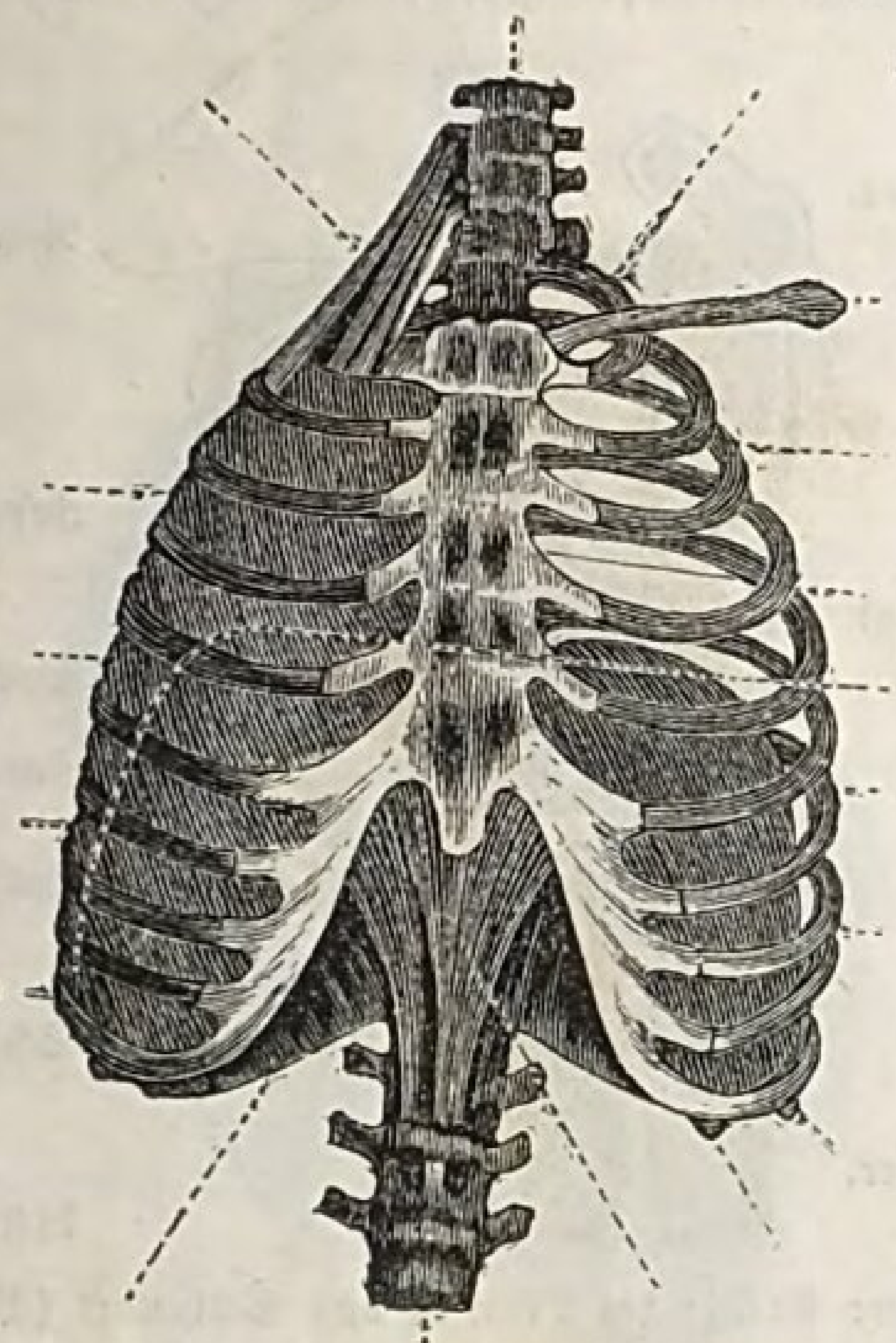


Fig. 283. Brustkorb des Menschen mit dem Zwerchfelle. (Die Muskeln der linken Seite sind weggenommen.)

(Fig. 277) zeigt, nicht überall von Knochen umgeben, sondern über den Hüften, in den sogenannten Weichen, und vorn von der Brust bis zum Unterleibe besteht die Wandung dieser Höhle unter der Haut nur aus großen, breiten Muskeln, welche sich nicht auf Rippen stützen, vielmehr nur durch sehnige Häute und Bänder unter einander und mit der äußeren Haut, sowie mit inneren, die Eingeweide umgebenden, Häuten verbunden sind. Die Eingeweide füllen die Brusthöhle und die Bauchhöhle völlig aus, und zwar liegen in jeder besondere. Es sind die Eingeweide sehr verschiedenartige Organe, d. h. Werkzeuge oder Vorrichtungen, welche zum Leben des Körpers nothwendig sind und mit allen bisher betrachteten Körpertheilen in innigster Verbindung stehen. Sie dienen theils zur Aufnahme und Verarbeitung der dem Körper nothwendigen Nahrungsmittel (Organe der Ernährung), theils zur Zubereitung der aus denselben ausgezogenen Nahrungssäfte (Organe der Athmung), theils zur Verbreitung dieser zubereiteten Säfte durch alle Theile des Körpers (Organe des Kreislaufes), theils zur Aussonderung der dem Körper unnützen und überflüssigen Stoffe (Organe der Aussonderung).

1. Organe der Ernährung.

Die Ernährung des Körpers geschieht durch Einführung von Speisen in denselben. Letztere aber müssen aus solchen Stoffen bestehen, welche zur Erzeugung von Fleisch, Fett, Knochen und wie alle übrigen festen oder flüssigen Bestandtheile des Körpers heißen mögen, brauchbar sind. Als solche können dem Menschen sowohl Milch und Fleisch, als auch die verschiedensten Theile von Pflanzen dienen, welche alle freilich in den Eingeweiden große Veränderungen, nämlich eine völlige Auflösung und darauf folgende Umwandlung zu den genannten Körperbestandtheilen erleiden. Im Anfange des Lebens genießt das Kind nur Muttermilch, welche alle

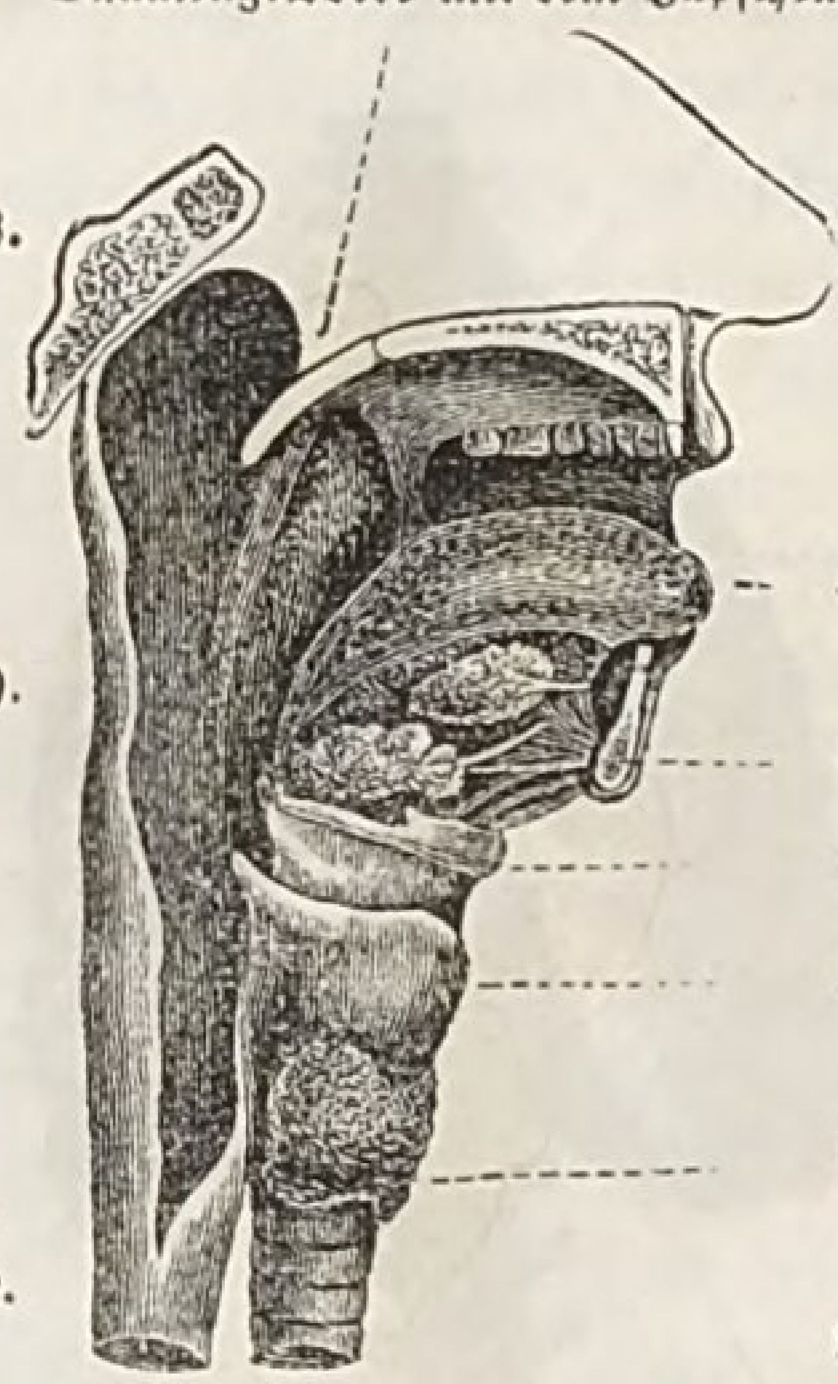


Fig 284. Innere Ansicht des Mundes und Schlundes (Vertikalschnitt).

nöthigen Stoffe aufgelöst enthält. — Die Nahrung wird in den Mund gebracht, welcher der Eingang für die Eingeweide der Ernährung ist (Fig. 284). Derselbe ist mit einer besonderen Art von Haut ausgekleidet, welche stets schleimige Säfte ausschwitzt und daher Schleimhaut genannt wird. Im Munde befindet sich die Zunge, ein Ballen von beweglichen Muskeln, durch dessen Bewegungen die Speisen zum Kauen unter die Zähne geschoben und hernach in den Schlund hinabgedrückt werden. Unter der Schleimhaut des Mundes und besonders unterhalb der Zunge liegen mehre Drüsen, Speicheldrüsen genannt, d. h. Häufchen von kleinen Höhlungen, in denen sich eine eigenthümliche wässerige, aber ganz schwach laugenartige (salzige) Flüssigkeit absondert. Diese Flüssigkeit ist der Speichel, welcher während des Kauens die Speisen befeuchtet und zur Verdauung wesentlich vorbereitet. Beim Kauen wirken die Vorderzähne zerschneidend (Schneidezähne), die Eckzähne zerreißend (daher Reißzähne) und die Backenzähne zermalmend. Da bei dem Menschen keine dieser drei Zahnarten ausschließlich vorhanden oder vorzugsweise ausgezeichnet ist, so kann derselbe sowohl Obst und Körner und Blätter von Pflanzen, als auch Fleisch verzehren, jedoch Alles nur in sehr zartem Zustande und daher die Pflanzentheile, wo sie sich nicht von Natur so vorfinden oder durch Gartenkunst so erzielen lassen, das Fleisch aber in der Regel immer, nicht anders als durch Kochen, Mahlen, Backen und andere Künste zubereitet. — Von dem Schlunde, der hinteren Verengerung des Mundes, geht ein enger Kanal, die sogenannte Speiseröhre (Fig. 285) durch die Brusthöhle und das Zwerchfell hinab in die Bauchhöhle, erweitert sich dort gleich unter den letzten Rippen zu einem hautigen Muskelsacke, dem Magen, und verengert sich dann wieder, um den sehr langen, vielfach im Bauche hin und her gewundenen, Darmschlauch zu bilden. Alle diese Eingeweide bestehen aus Haut, welche innerlich mit Schleimhaut bekleidet und äußerlich mit feinen Muskelfasern umwoben ist. Vermöge dieser Muskelfasern können dieselben sich zusammenziehen und die vermittelst der Zunge in den Schlund hinabgedrückten, d. h. verschluckten, Speisen in den Magen und von dort weiter



Fig 285. Verdauungsorgane.

befördern und zuletzt wieder aus dem Körper hinausschaffen. Der Magen ist die Vorrathskammer, durch deren Ausfüllung der Mensch auf einmal für ziemlich lange Zeit Nahrung in den Körper aufnehmen kann. Derselbe liegt im oberen Theile des Bauches wagerecht von der linken zur rechten Seite und ist auf der oberen und rechten Seite von der Leber, einer großen, weichen, drüsenreichen Zellgewebemasse, auf der linken dagegen von der Milz, einem eigenthümlichen, auch aus Zellgewebe bestehenden Körper, umgeben. Der nach der linken Seite des Leibes ausgedehnte, sackartige Theil des Magens heißt der Blindsack. Im Innern des Magens wird durch die Haut desselben eine schleimige Flüssigkeit, der Magensaft, ausgesondert, welcher sauer ist, die Speisen durchdringt und sie, mit Ausnahme der unverdaulichen Theile, zu Brei auflöst. Am rechten Ende des Magens, dem sogenannten Pförtner, beginnt der Darm. Der erste und längste Theil von diesem heißt Dünndarm, sein erstes Stück, etwa 12 Finger breit vom Magen ab, insbesondere noch Zwölffingerdarm oder Gallendarm. Denn in diesen Theil mündet die dünne Röhre der Gallenblase, welche die zur Verdauung sehr wichtige Galle aus der Leber ansammelt und unter letzterer liegt; desgleichen aber auch die Oeffnung der sogenannten Bauchspeicheldrüse oder Pancreas, welche am Magen selbst liegt und den Bauchspeichel in den Darm einfließen läßt. Durch die Galle und den Bauchspeichel wird aus dem Speisebrei (Chymus) im Gallendarme der Nahrungssaft oder Milchsaft (Chylus) ausgeschieden. Dieser Milchsaft hat seinen Namen davon, daß er dem Körper alle nöthigen Nahrungsstoffe darbietet, wie dem Kinde die Muttermilch. Der Dünndarm erfüllt einen großen Theil der Bauchhöhle fast ganz

mit seinen vielfachen Windungen, welche wohl 20 Fuß lang sind. Weiche, krause Häute umgeben ihn und halten seine Windungen zusammen, diese heißen das Gekröse oder Mesenterium. Sie sind durchwoben mit feinen Saftröhren, welche sich auch in dem Darmschlauche überall verbreiten und den Milchsaft aus dem Speisebreie aussaugen. Was dann von der Speise noch übrig bleibt, geht, mit vielem Schleime vermischt, in den dickeren Theil des Darmes über, welcher seines Umfanges wegen Dickdarm heißt. Er hat ein verschlossenes (blindes) Darmanhängsel, den Blinddarm, krümmt sich in der rechten Seite des Bauches wieder bis gegen den Magen aufwärts, läuft dann quer zur linken Seite hinüber und dann nach unten zum Ausgange hinab. Sein letztes Ende wird Mastdarm genannt. — Die ganzen Verdauungseingeweide oder Gedärme, mit sammt dem Gekröse, sind in der Bauchhöhle umgeben von einem, an sehnigen Bändern reichen und mit Muskelfasern bedeckten, Hautsacke, dem Bauchfelle (Peritonäum), welches mit tiefen Falten die einzelnen Theile des Gedärmes umfaßt und das sogenannte Netz bildet, sowie es auch mit dem Gekröse selbst zusammenhängt.

2. Organe der Athmung.

Die Organe der Athmung oder Respiration sind die Luftröhre und die Lungen, erstere im Halse, letztere in der Brusthöhle gelegen (Fig. 286). Der Zugang zur Luftröhre ist ein doppelter, nämlich sowohl durch den Mund, indem die Luftröhre hinten im Schlunde in die Speiseröhre sich öffnet (Fig. 284), als auch durch die Nase, deren innere Höhlung hinten im Gaumen mündet, und welche der hauptsächlich zum Athmen bestimmte Eingang ist. Der oberste Theil der Luftröhre selbst ist der Kehlkopf (Fig. 284), dem Mundstücke eines Blasinstrumentes nicht unähnlich und nur mit einem schmalen Ein- und Ausgange für die Luft, der sogenannten Stimmritze, versehen. Dieses knorpelige, mit Muskelbändern umwobene Werkzeug sieht und fühlt man äußerlich recht wohl durch eine Hervorragung am Halse. Die Luftröhre (Trachee, trachea) ist häutig, innen mit Schleimhaut ausgekleidet, fähig sich auszudehnen und zusammenzuziehen, und enthält in ihrer Wandung sehr zahlreiche Knorpelringe, ganz wie es wohl Jedermann schon einmal bei einer Gans oder einem Schweine gesehen hat. In der Brusthöhle theilt die Luftröhre sich in zwei aus einander laufende Arme, die Bronchien, welche bald die Lungen erreichen und sich in den beiden Hälften derselben (rechter und linker Lungenflügel) zuerst in etwa zwölf größere Aeste, dann aber in immer feinere und zartere, sehr zahlreiche Zweiglein oder Röhrchen zertheilen. Die beiden Lungenflügel füllen die Brusthöhle über dem Zwerchfellgewölbe, besonders nach

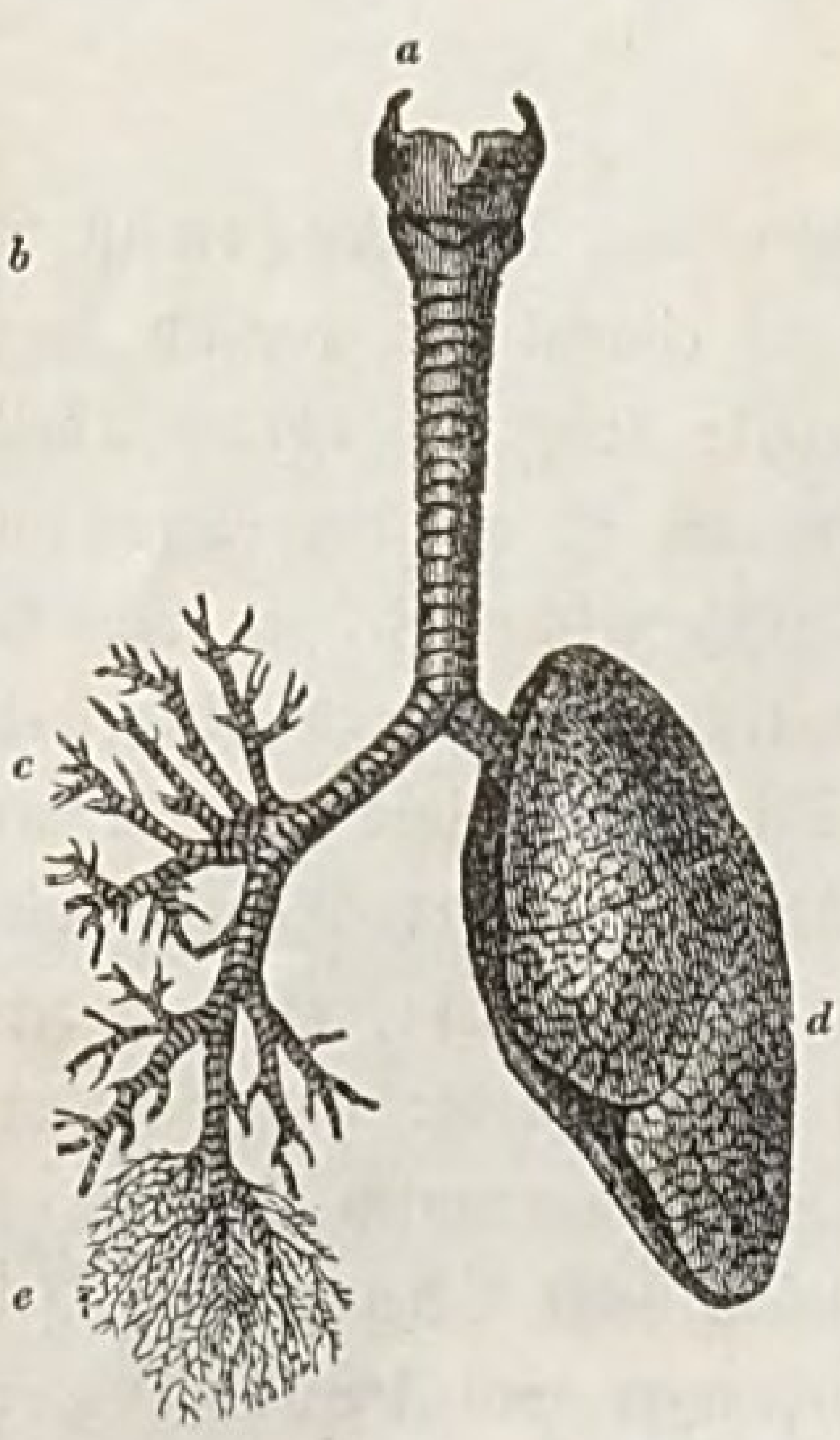


Fig. 286. Luftröhre und Lungen.*

* Die eine der Lungen ist unversehrt (*d*), aber auf der andern Seite hat man die Substanz weggenommen, um die Verzweigungen der Bronchien *e* zu Tage zu legen. *a* Kehlkopf und oberstes Ende der Luftröhre; *b* Luftröhre; *c* Theilung der Bronchien; *e* Bronchienverzweigung; *d* eine der Lungen.

beiden Seiten hinab, ganz aus und lassen nur in der Mitte vorn zwischen sich einen Raum für das Herz. Dieselben sind umhüllt von besonderen Hautsäcken des die Brusthöhle auskleidenden und an die innere Seite der Rippen angehefteten Brustfelles (pleura). Sie bestehen nicht aus Fleisch, sondern fast ganz aus einem faserig hautigen Gewebe der feinsten Luftröhrchen und anderer, ebenso fein dazwischen eingeflochtener und filzartig damit verwobener Saftöhrchen (Adern), in welchen theils der auf besonderen Wegen aus dem Dünndarmgekröse hieher geleitete Milchsaft, theils aber Blut enthalten ist. — Das Ein- und Ausathmen der Luft geschieht dadurch, daß abwechselnd die Rippen sich etwas heben und dadurch der Brustkorb erweitert und das Zwerchfell dabei straffer gespannt (daher in der Mitte heruntergezogen) wird, dann aber wieder der Brustkorb sich zusammensenkt und das erschlaffende Zwerchfell sich dabei höher wölbt. Dadurch wird nämlich bald der Luft verstattet, durch die Luftröhre in die Lungen einzudringen, bald wird dieselbe wieder ausgepreßt, wie aus einem Blasebalge. Doch ist die ausgeathmete Luft nicht dieselbe, wie die eingeathmete, sondern von letzterer wird der eine Hauptbestandtheil, der Sauerstoff, großentheils in den Milchsaft aufgenommen, welcher sich dadurch in Blut verwandelt, wogegen der Rest der Luft nebst einer unbrauchbaren, im Körper gebildeten Luftart, der Kohlensäure, wieder ausgestoßen wird. Die Vereinigung des Sauerstoffes mit dem Milchsafte ist etwas Aehnliches, wie die Vereinigung von Wasser mit gebranntem Kalke, wodurch bekanntlich sehr große Hitze entsteht, oder wie die Vereinigung von Luft mit den verdampfenden Bestandtheilen des Fettes in einer Lichtflamme, mit andern Worten, es ist eine Oxydation oder Verbrennung. Daher entsteht auch beim Athmen große Wärme, welche sich sowohl in der Lunge der ausgeathmeten Luft (warmer Hauch), als auch, durch das Blut, dem ganzen Körper mittheilt. Ein erwachsener Mensch athmet gewöhnlich etwa sechszehn Mal in einer Minute; beim Laufen athmet man rascher, woher dann die Wärme zunimmt und der Körper sich erhitzt. — Dem Athmen ähnlich, aber heftiger, ist das Seufzen, sowie das Gähnen und auch das von raschen Zusammenziehungen des Zwerchfelles begleitete Lachen. Bei Letzterem wird deutlich ein Ton gebildet. Die Töne entstehen überhaupt dadurch, daß die in den Lungen zusammengepreßte Luft durch die schmale, von hautigen Muskelbändern gebildete Stimmritze des Kehlkopfes ausgestoßen wird. Dadurch, daß der Kehlkopf sich gegen die Brust herunterzieht und die Ränder der Stimmritze erschlaffen, werden die Töne tiefer, dadurch, daß der Kehlkopf sich gegen den Schlund hinaufstreckt und die Ränder der Stimmritze sich straffer anspannen, werden die Töne höher. Die verschiedenen hohen und tiefen Töne hallen im Munde am Gaumengewölbe (Fig. 284) wieder und werden durch verschiedene Oeffnung der Lippen und Bewegungen der Zunge zu den mannigfachsten Lauten gebildet. Die pfeifenden oder flötenden Töne bringen wir aber nicht mit dem Kehlkopfe hervor, sondern wir bilden zu diesem Zwecke mit unseren Lippen ein demselben ähnliches Werkzeug mit feiner Oeffnung, und pressen die im Munde gesammelte Luft mit Hülfe der Wangenmuskeln hervor.

3. Organe des Kreislaufes.

Die Organe des Kreislaufes sind zwar nicht ganz und gar in der Körperhöhle eingeschlossen, sondern großentheils wie ein feines Gewebe durch alle Theile des

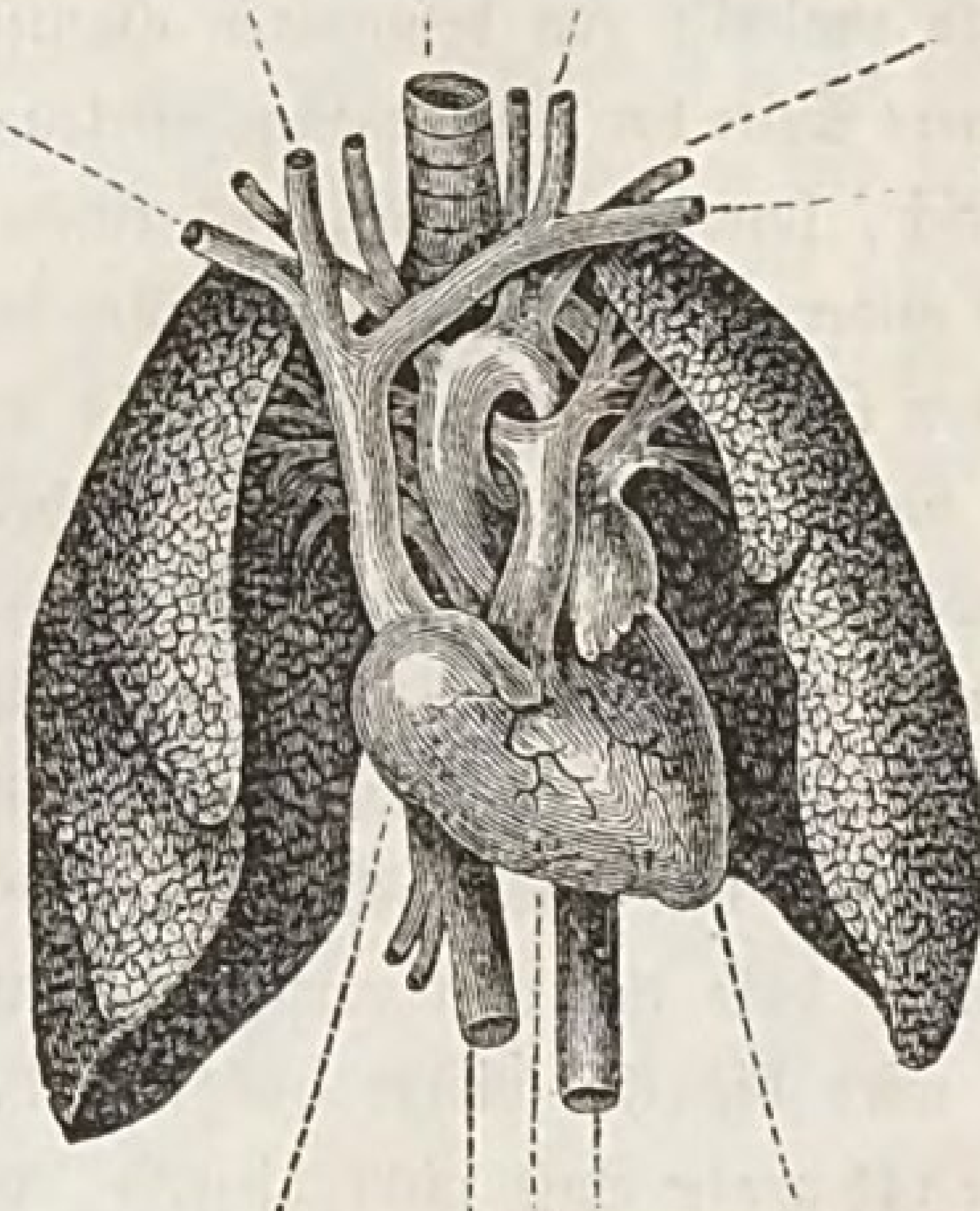


Fig. 287. Das Herz, nebst den Hauptaderstämmen und den Lungen.*

* *ad* rechter Vorhof (atrium dextrum); *rd* rechte Herzkammer (ventriculus dexter); *vg* linke Herzkammer (ventriculus sinister); *a* Aorta; *ac* Carotiden (arteria carotis dextra et sinistra); *vc* untere Hohlvene (vena cava inferior); *vj* Drosselvenen (venae jugulares; *t* Luftröhre.

Körpers verbreitet, allein sie haben einen allgemeinsamen Vereinigungspunkt im Herzen, welches in der Brusthöhle liegt. Dasselbe ist ein fleischiger (muskulöser) Beutel, etwa faustdick, dessen innere Höhlung durch eine Scheidewand in eine rechte und linke Hälfte oder sogenannte Kammer geschieden ist. Das Herz befindet sich zwischen beiden Lungenflügeln, mit welchen es durch mehre dicke, hautige Schläuche (Adern) in Verbindung steht (Fig. 287), und ist mit seinem spitz zugerundeten unteren Ende schräg gegen die Rippen der linken Seite gerichtet, umgeben vom sogenannten Herzbeutel (Perikardium), einer faltigen und an wässerigen Säften reichen Haut, welche mit dem Brustfelle verbunden ist. Jede Herzkammer ist durch eine hautig muskulöse Querfalte fast wieder vollständig in eine obere und untere Hälfte getheilt, deren obere man Vorhof nennt, so daß also bei der rechten Herzkammer noch ein rechter Vorhof, bei der linken Herzkammer ein linker Vorhof zu bemerken ist (Fig. 288). — Mit dem Herzen stehen nun dreierlei

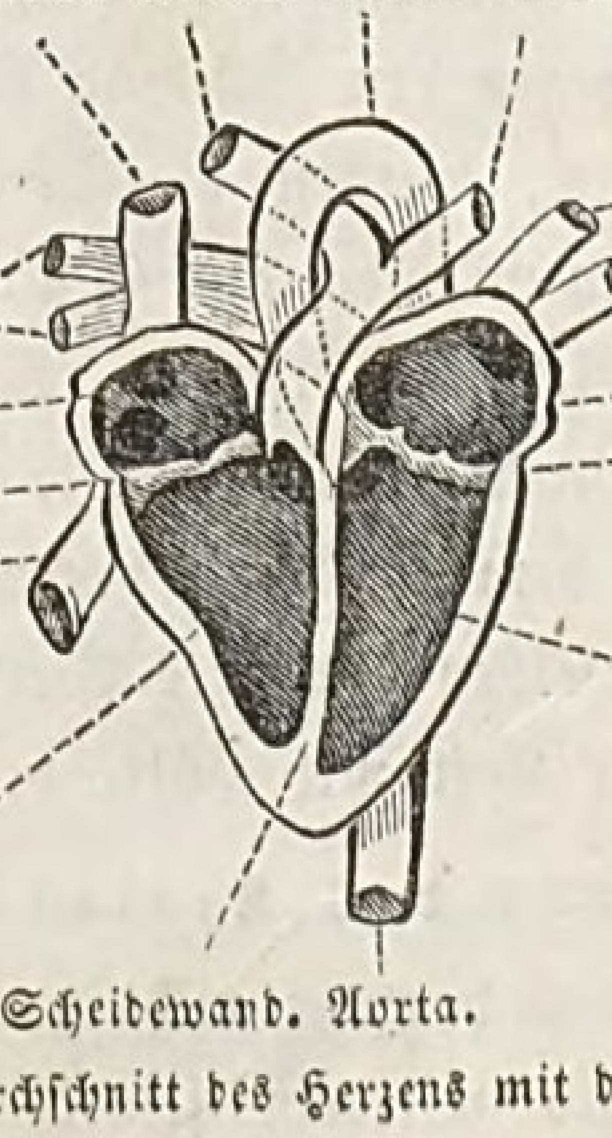


Fig. 288. Durchschnitt des Herzens mit den Aderstämmen.

Organe des Kreislaufes in Verbindung, nämlich: a) die Lymphadern (Lymphgefäße); b) die Hohladern (Venen); c) die Schlagadern (Arterien).

a. Die Lymphadern sind zarte, fadenartig dünne, häutige Schläuche oder Haarröhrchen, welche in unsichtbarer Feinheit überall in der äußeren Haut sowohl, wie in allen Theilen des Körpers, ganz besonders aber in allen Eingeweiden entspringen, sich dann vielfach unter einander verflechten und hie und da zu dickeren Schläuchen vereinigen. An gewissen Stellen des Körpers, z. B. in der sogenannten Leistengegend, im Innern der Bauch- und Brusthöhle und am Halse und Nacken bilden sie linsen- oder mandelförmige Geflechtballen, die Lymphdrüsen. Sie münden endlich alle in eine Hauptröhre oder Ader, etwa so dick, wie der Kiel einer Rabenfeder. Diese Hauptlymphader zieht sich in der Leibeshöhle an der Rückenseite von der Lendengegend bis zum Halse hinauf, wendet sich dort in einem Bogen nach unten zurück bis in die Gegend des Herzens und mündet dann in eine Hohlader, welche sich nahe dabei in den rechten Vorhof des Herzens begibt. Auf ihrer ganzen Länge nimmt sie Lymphadern auf. Letztere saugen aus allen Körpertheilen gelbliche, fast wasserklare, eiweißartige Säfte, die Lymphe, auf, deren Ausscheidung in den verschiedenen Geweben vor sich geht. Besonders aber sind es die Lymphadern der Verdauungseingeweide, welche aus dem Magen Wasser und andere Flüssigkeiten, aus dem Dünndarme aber und selbst auch noch aus dem Dickdarme allen in diesen Eingeweiden aus der Nahrung zubereiteten Milchsaft auffaugen und ihren Inhalt in die beschriebene Hauptlymphader führen (Fig. 289). Letztere

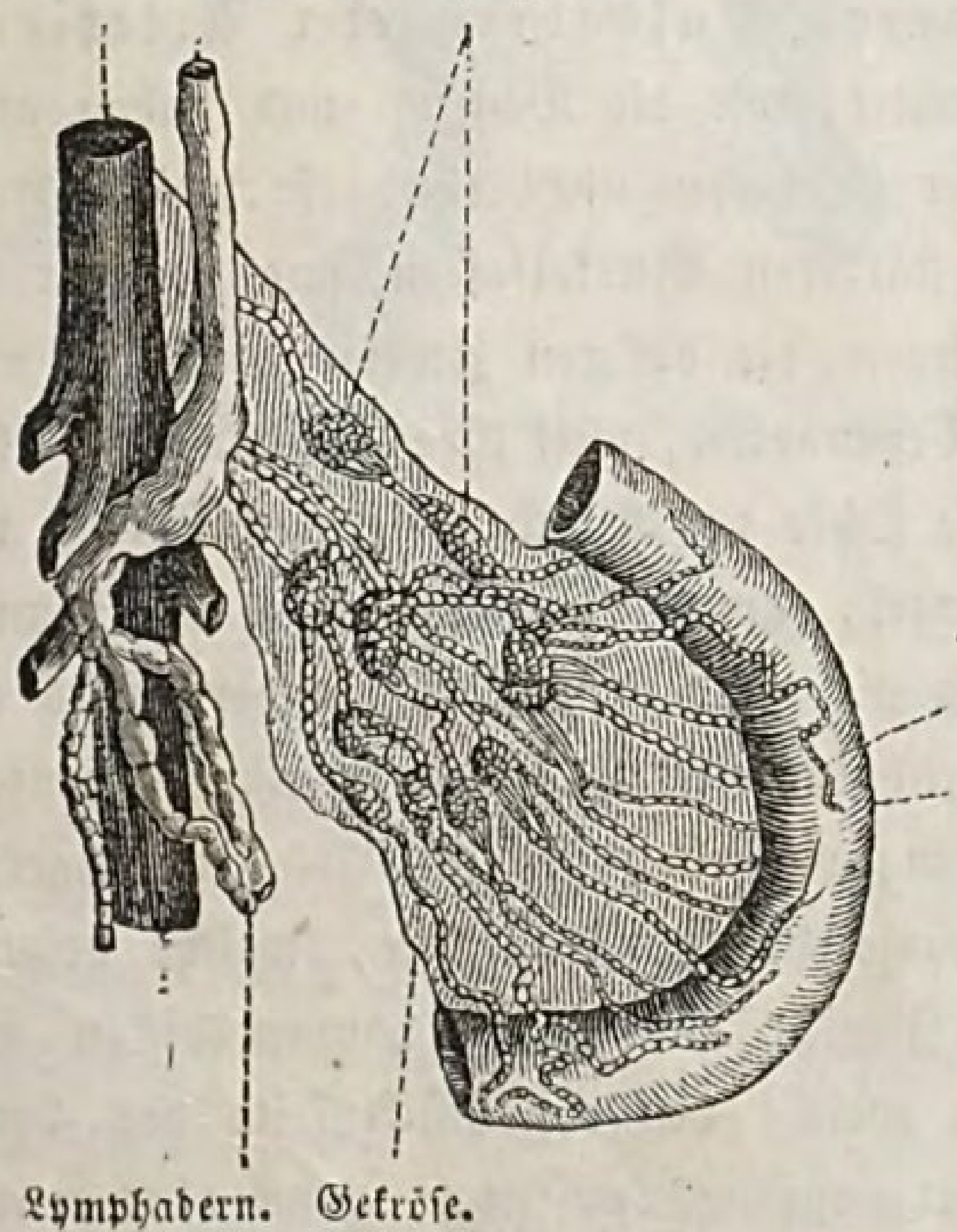


Fig. 289. Lymphgefäße der Eingeweide.

hat daher den Namen Milchsaftgang bekommen; sie fördert den Milchsaft und die Lymphe vermischt auf dem schon angedeuteten Wege (durch die obere Hohlader) in die rechte Herzkammer.

b. Die Blutadern, Hohladern oder Venen sind den Lymphgefäßen ähnliche, zarte, hautige Schläuche, und mit ganz außerordentlich feinen Muskelfasern

umwoben. Sie entspringen überall im Gewebe der Haut, des Fleisches und der Eingeweide, vereinigen sich aber in allen Gliedern und Körpertheilen zu einzelnen dickeren Adern, deren man viele mit bläulicher Farbe durch die Haut durchscheinen sieht. Alle diese Venen, mit alleiniger Ausnahme derjenigen, welche aus den Lungen kommen, laufen zusammen in zwei dicke Stämme; in den einen, die obere Hohlader, diejenigen, welche von den obersten Körpertheilen kommen; in den anderen, die untere Hohlader, die weit zahlreicheren, welche aus dem ganzen Rumpfe und den Gliedmaßen kommen. Die genannten beiden Hohladerstämme münden schließlich, nachdem die obere derselben auch noch den Milchsaftgang aufgenommen hat, in die rechte Vorkammer des Herzens. Sehr merkwürdig ist es auch, daß alle diejenigen Hohladern, welche von den Bauchseingeweiden kommen, sich in der Magengegend in einen besonderen Hauptstamm vereinigen, welcher in die Leber geht, in dieser sich außerordentlich vielfach zertheilt, aber auch wieder von neuem vereinigt, und dann weiter in die untere Hohlader des Herzens geht. Man nennt diese Venen, welche die Leber durchziehen, das Pfortadergeflecht. — Die Venen saugen aus allen Theilen des Körpers das Blut, welches sie in denselben finden, auf und führen es, zuletzt mit dem Inhalte des Milchsaftganges vereinigt, in die rechte Vorkammer des Herzens. — Die Lungenvenen, welche in einen besonderen und nur ganz kurzen Stamm sich vereinigen, münden in die linke Vorkammer des Herzens (Fig. 287) und müssen ganz für sich betrachtet werden. Dieselben saugen mit ihren zahllosen feinen Wurzeln, welche zwischen den Luftröhrchen verflochten sind und fast den dritten Theil der Lungenmasse bilden, das Blut aus den Lungen und führen es in die linke Vorkammer des Herzens.

c. Die Schlagadern, Pulsadern oder Arterien sind ebenso fein in allen Körpertheilen verbreitet, wie die Venen, und haben auch fast ganz denselben Verlauf, wie jene. Aber sie haben nicht einzig so weiche hautige Wandungen, als jene, sondern sind mit stärkeren Muskelfasern und darüber von zäher Zellgewebehaut umgeben. Auch liegen die dickeren Zweige derselben nicht so nahe unter der Haut, wie die dickeren Venenadern, weil ihre Verwundung lebensgefährlich ist. Nur an den Gelenken, wo die Dicke der Knochen sie nach Außen drängt, wie am Ellenbogen, an der Handwurzel, am Kniegelenke u. s. w. kann man sie sehen oder wenigstens fühlen; jedoch nie an der äußeren, sondern stets auf der inneren Seite. Während die Venen, gleichsam wie die Wurzeln einer Pflanze, die Säfte auffaugen und zum Herzen hinführen, verhalten sich die Arterien umgekehrt. Sie entspringen (Fig. 290), mit Ausnahme der Lungenarterie, welche besonders zu betrachten ist, in der Brust alle als Zweige aus einem daumensdicken Schlagaderstamme, der Aorta (Fig. 287, a), welche auf der Rückenseite des Herzens aus der linken Herzkammer hervortritt, anfangs aufsteigt, dann aber in einem Bogen hinter dem Herzen sich abwärts wendet und zuerst die beiden, am Halse fühlbaren Kopfschlagadern (rechte und linke Carotis, Fig. 287, ac), dann die Armschlagadern und viele andere kleinere Zweige aussendet, zuletzt aber sich vollends in die beiden Beinschlagadern theilt. Durch die Aorta strömt in jedem Augenblicke aus der linken Herzkammer in alle Arterien, bis in sämmtliche Körpertheile, aus welchen ebenso rasch die Hohladern das Blut auffaugen,

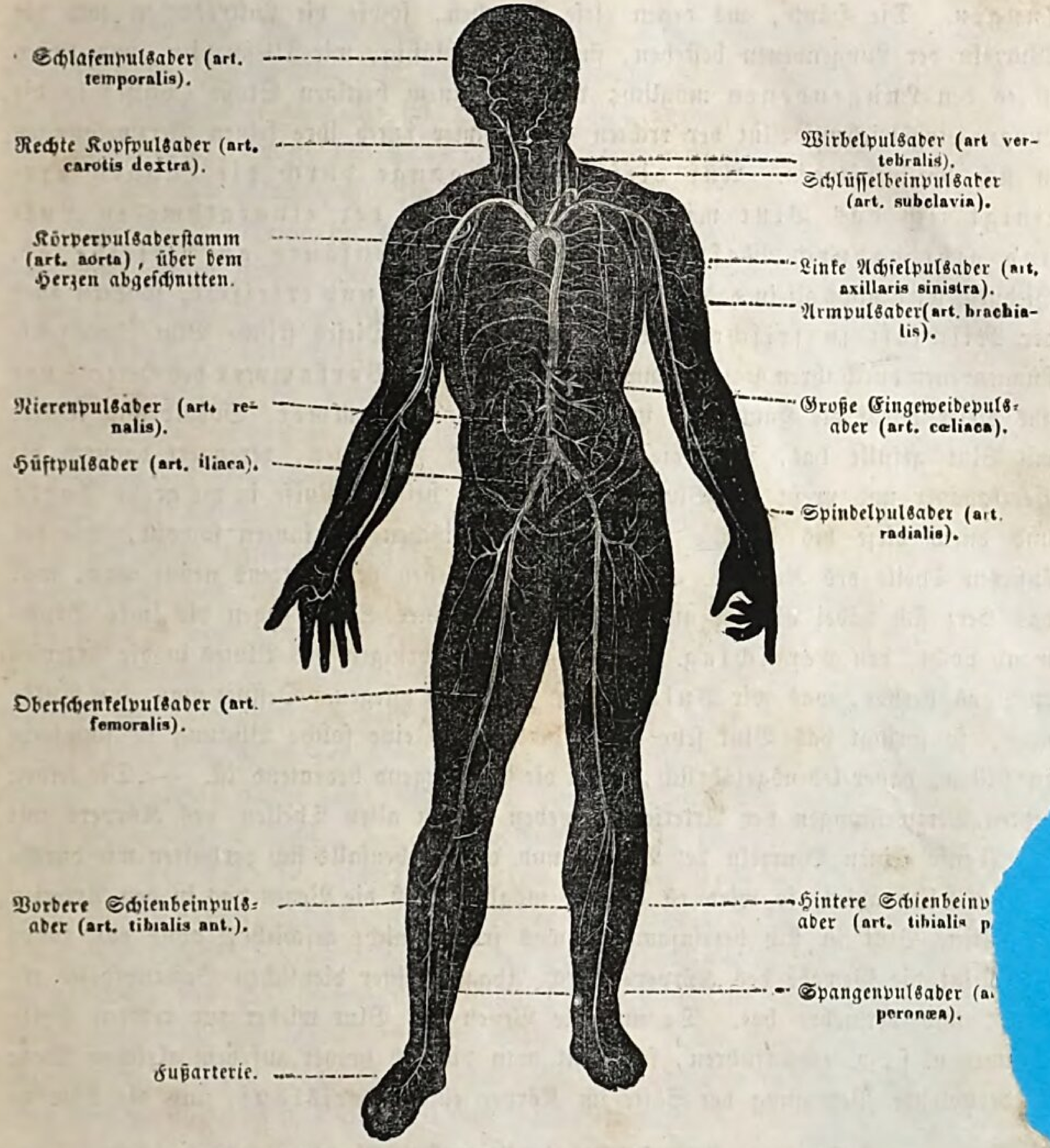


Fig. 290. Verlauf der bedeutendsten Arterien im Körper des Menschen.

neues, frisches Blut hinaus. — Die Lungenarterie, welche aus der rechten Herzkammer auf der vorderen Seite des Herzens entspringt, führt dagegen das aus den Hohladern in dieselbe eingeströmte Blut durch zahllose Zweige in die Lungen (Fig. 287 u. 288).

Das Blut, welches die Hohladern in das Herz führen, ist theils an und für sich verdorbenes Blut, indem die besten Bestandtheile desselben zur Bildung von Fleisch, Haut, Säften u. s. w. verbraucht, dagegen andere, wieder aufgelöste Stoffe in dasselbe übergegangen sind; theils ist es auch mit dem Inhalte des Milchsaftganges vermischt. Die Hautfalte oder Klappe, welche die rechte Vorkammer von der eigentlichen rechten Herzkammer trennt (Fig. 288), ist so beschaffen, daß sie jenem Blute wohl den Eintritt in letztere, nicht aber den Rücktritt in die Vorkammer und Hohlader gestattet. Denn kaum hat sich die Herzkammer mit Blut gefüllt, so zieht die Klappenhaut sich zusammen und preßt das Blut aus der dadurch verengerten Kammer in die Lungenarterie und bis in die feinsten Verzweigungen derselben in den

Lungen. Die Häute, aus denen diese Aderchen, sowie die Luftröhrchen und die Wurzeln der Lungenvenen bestehen, sind so durchlässig, wie Fließpapier, und daher ist es den Lungenvenen möglich, das mit einem heftigen Stoße (Pulse) in die Lungen eingetriebene Blut der rechten Herzkammer durch ihre feinen Verzweigungen in sich hineinzusaugen. Auf diesem Durchgange durch die Lungen vereinigt sich das Blut mit dem Sauerstoffe der eingeathmeten Luft und gibt dadurch Wasser (Dunst) und Kohlensäure an dieselbe ab. Hiedurch wird nicht allein das Venenblut gereinigt und erfrischt, sondern auch der Milchsaft in frisches Blut verwandelt. Dieses frische Blut führen die Lungenvenen durch ihren Hauptstamm dann in die linke Vorkammer des Herzens und aus dieser durch die Hautklappe in die innere linke Kammer. Sobald sich letztere mit Blut gefüllt hat, zieht die Hautklappe sich zusammen, verengert dadurch die Herzkammer und preßt das Blut mit einem sehr heftigen Pulse in die große Aorta und durch diese bis in alle feinsten Arterienspitzchen der innern sowohl, wie der äußeren Theile des Körpers. Jenes Zusammenziehen des Herzens nennt man, weil das Herz sich dabei allemal aufstrotzt und mit seiner Spitze gegen die linke Brustwand pocht, den Herzschlag. Das stoßweise Eindringen des Blutes in die Arterien ruft das hervor, was wir Pulsschlag zu nennen pflegen. Oeffnet man eine Pulsader, so springt das Blut sehr heftig hervor und eine solche Blutung ist schwierig zu stillen, daher lebensgefährlich, wenn die Ader irgend bedeutend ist. — Die feinen …tzten Verzweigungen der Arterien verweben sich in allen Theilen des Körpers mit … ebenso feinen Wurzeln der Venen, und da sie ebenfalls sich verhalten wie durch… …es Fließpapier, so wird es dadurch möglich, daß die Venen das in den Arterien …ltene Blut in sich hereinsaugen, was freilich nicht geschieht, ohne daß zuvor … Blut die Gewebe des Körpers durch Abgabe seiner dienlichen Bestandtheile er…zt und vermehrt hat. Da nun die Venen das Blut wieder zur rechten Herz…mmer u. s. w. zurückführen, so nennt man die sich immer auf dem gleichen Wege …ederholende Bewegung der Säfte im Körper einen Kreislauf, und die Lymph-

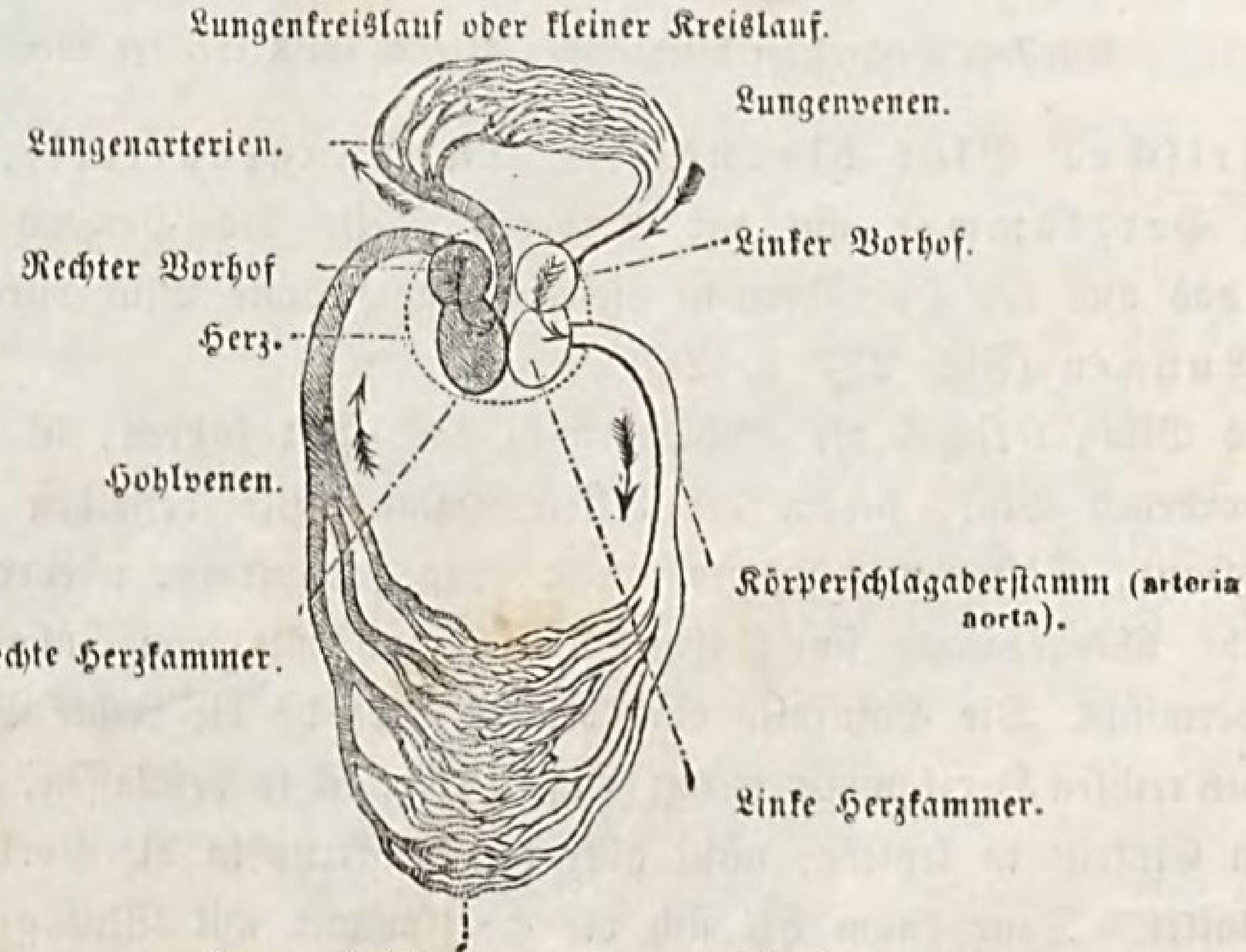


Fig. 291. Ideale Darstellung des Kreislaufes. *

* Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstromes an.

adern, Venen und Arterien die Organe des Kreislaufes. Weil aber der Weg durch die Lungenarterie in die Lunge und aus dieser durch die Lungenvene in die linke Herzkammer auch für sich einen fast geschlossenen Kreis vorstellt, so nennt man auch wohl ersteren den großen, letzteren den kleinen Kreislauf (Lungenkreislauf und Körperkreislauf, Fig. 291).

Das Blut ist eine für das Leben höchst wichtige Flüssigkeit. Es besteht, wie man unter einem starken Vergrößerungsglase sieht, aus einer wässerigen, eiweißartigen Flüssigkeit und aus einer zahllosen Menge kleiner linsenförmiger Körperchen, Blutkügelchen oder Blutbläschen genannt (Fig. 292). So wie das Blut aus den Lungen in die linke Herzkammer und aus dieser in die Arterien kommt, enthält es alle diejenigen Stoffe aufgelöst, welche zur Bildung der verschiedenen Bestandtheile des Körpers, also des Fleisches, der Knochen und aller Säfte, erforderlich sind, ja man könnte das Blut gleichsam flüssiges Fleisch nennen. Denn der flüssige Theil des Blutes ist rothgefärbt durch den darin aufgelöst enthaltenen Fleischstoff oder (weil das Fleisch aus Faserchen besteht) Faserstoff (Fibrin). Dieser gerinnt mit den Blutkügelchen, wenn das Blut aus den Adern geflossen ist und nach dem Tode auch innerhalb der Adern selbst, und bildet den rothen sogenannten Blutkuchen, während der übrige Theil, welcher flüssig bleibt, wässerig, eiweißartig ist und keine Farbe zeigt. Von 100 Theilen Blutes sind beim Menschen etwa 79 Theile wirkliches Wasser. — Alle Körpertheile schöpfen aus dem Arterienblute die Stoffe, um zu wachsen und sich stets neu zu bilden und frisch zu erhalten, wogegen die älteren Theile sich immer wieder auflösen. So kommt es, daß alle Theile des Körpers sich allmählig gänzlich erneuern; aber dadurch, daß diese Erneuerung so allmählig geschieht und jedes kleinste Theilchen einzeln aufgelöst und sogleich wieder ersetzt wird, bleibt dennoch die Gestalt im Wesentlichen dieselbe. Zugleich wird das Blut fortwährend verändert, nämlich seiner besten Bestandtheile beraubt und mit unbrauchbaren angefüllt. Doch so bleibt es nicht, denn so würde es schnell verderben und der Tod würde erfolgen; sondern sogleich strömt ein neuer Blutandrang aus dem schnell schlagenden Herzen nach, und zu gleicher Zeit wird das verdorbene Blut von den Venen aufgesogen und zum Herzen, aber in die rechte Vorkammer, zurückgeführt. Nahe vor dem Eintritte in dieselbe ergießt sich, wie wir gesehen haben, zwischen das Blut die Lymphe und der Milchsaft aus dem Milchsaftgange, und vermischt mit diesen Säften, deren letzterer ja die ganze frische Nahrung für den Körper enthält, wird nun das Venenblut aus der rechten Herzkammer durch die Lungenarterie in die Lungen gepreßt, um dort neu gereinigt und gesäuert zu werden.



Fig. 292. Blutkügelchen des Menschen 400fach vergrößert.

4. Organe der Aussonderung.

Die Organe der Aussonderung sind theils solche, welche besondere zur Verdauung oder zu andern Zwecken im Körper nothwendige Flüssigkeiten aus dem Blute abscheiden, theils solche, welche die dem Körper überflüssig gewordenen Stoffe aufsammeln und fortschaffen. Zu den ersteren gehören die Speicheldrüsen (S. 90) im Munde, am Kehlkopfe u. s. w., sowie die große Speicheldrüse, welche die

*

Vorderseite des Magens bedeckt, die Bauchspeicheldrüse oder Pancreas (S. 91); außerdem verschiedene andere Drüsen, welche wässerige Feuchtigkeit aussondern, um die innern Häute des Körpers feucht zu erhalten, die Thränendrüsen in den Augenhöhlen u. s. w. Von besonderer Wichtigkeit aber ist die Leber, eine große braungelbe, ganz mit Aussonderungshöhlungen (Drüsen) der kleinsten Art erfüllte Gewebemasse, welche gleich unter dem Zwerchfelle liegt und nur wenig unter den Rippen hervorragend den Magen auf der linken und oberen Seite umgibt (Fig. 285, Seite 91). Dieselbe ist von dem Pfortadergezweige durchzogen und sondert aus dem darin enthaltenen Blute einen laugen- oder vielmehr seifenartigen und sehr bittern, grüngelben Saft aus, nämlich die Galle. Diese sammelt sich in der Leber in mehre dicken Röhren, den Gallengängen, und sodann in einem besondern Behälter, der Gallenblase. Aus letzterer fließt sie in den Dünndarm, um dort als eins der wichtigsten Mittel zur Auflösung und Umwandlung des Speisebreies in Milchsaft zu dienen. In den Gallengängen und der Gallenblase setzt die Galle mitunter harte Stoffe ab, welche, wenn sie sich durch krustenförmige Ansätze fortdauernd vergrößern, die Gallengänge verstopfen und dadurch schwere Krankheiten hervorbringen. Man nennt solche harte Körper gewöhnlich Gallensteine.

Die Milz, welche an der rechten Seite des Magens liegt (Fig. 285, S. 91), ist ebenfalls eine Art von Drüse, dessen Zweck und Verrichtung man jedoch noch nicht kennt.

Um die dem Körper überflüssig gewordenen Stoffe abzuscheiden, dient zwar außer der Lunge, aus welcher wir, wie oben gesagt ist, stets Wasser (Dunst) und Kohlensäure aushauchen, im Allgemeinen die ganze Haut des Körpers, durch welche fortwährend wässerige Feuchtigkeit ganz unmerklich verdunstet, und insbesondere noch die große Menge der in der Haut liegenden, und durch feine Poren nach außen geöffneten, Schweißdrüsen (Fig. 272, S. 80), durch welche die übermäßige Wärme durch Befeuchtung der Hautoberfläche ebenso gemildert wird, wie man die Wärme eines Zimmers im Sommer durch Aussprengen von Wasser mildert. — Ganz besonders aber dienen zu jenem Zwecke noch die Nieren, zwei eigenthümliche Drüsenballen, welche in der Mitte der Leibeshöhle ganz nahe zu beiden Seiten des Rückgrates liegen. Die Nieren sind bohnenförmige Knollen, braunröthlich gefärbt und von dicken Fettmassen umgeben. Sie bestehen ganz aus den feinsten Röhren, in denen sich der sogenannte Harn oder Urin aus dem Blute abscheidet, welches letztere durch viele feine Venen mit denselben in Berührung gebracht wird. Im Innern jeder Niere fließt der Harn in eine kleine Höhlung zusammen und von da durch einen besonderen, spannenlangen Schlauch, den Harnleiter, in die ganz tief im Unterleibe (im Becken) liegende Harnblase. Diese ist ein eiförmiger, häutiger Behälter, mit feinen Muskelfasern umsponnen, sehr ausdehnbar, aber ebenso fähig sich ganz zusammenzuziehen und die darin angesammelte Flüssigkeit auszuleeren. Sie ist für die Nieren und den Harn dasselbe, was für die Leber und Galle die Gallenblase. Der Harn besteht dem größten Theile nach aus Wasser, enthält aber sehr viele andere Stoffe aufgelöst, welche der Körper an das Venenblut und dieses an die Nieren abgegeben hat, besonders auch Salze und unter anderem Phosphorsäure und eine besondere Säure, welche man Harnsäure nennt. Im Harn wurde im Jahre 1669 durch den Kauf-

mann Brandt in Hamburg, welcher sich einbildete, Gold daraus gewinnen zu können, der Phosphor entdeckt. — Mitunter setzen sich aus dem Harne verschiedenartige harte, zuweilen wirklich ganz steinige Stoffe ab, welche in den Nieren und in der Blase große Schmerzen und endlich tödtliche Entzündungen hervorbringen. Feinkörnige heißen Gries, größere Nierensteine und Blasensteine.

Empfindungsorgane. — Die Werkzeuge der Empfindung heißen Gehirn und Nerven. Die große innere Höhlung des Schädels oder der Hirnschale, sowie der Rückenmarkskanal (Seite 85), die Röhre, welche sich durch sämmtliche Wirbel des Rückgrats bis zum Kreuze hindurchzieht und mit der Schädelhöhlung durch das im Hinterhaupte befindliche Loch (Hinterhauptloch) im Zusammenhange steht, ist ausgefüllt mit einer eigenthümlichen Masse, welche man Nervensubstanz (Nervenstoff) nennt. Der den Schädel ausfüllende Theil desselben wird Gehirn, der den Rückenwirbelkanal ausfüllende dagegen Rückenmark genannt. Diese Masse ist wirklich dem Marke, welches manche Knochen ausfüllt, einigermaßen ähnlich, aber sehr ernstlich davon zu unterscheiden. Sie ist weiß oder grau und besteht aus einer zahllosen Menge der feinsten und zartesten, weichen Fäden und aus markartigem Fette, beides so mit einander vermengt, daß man mit bloßen Augen schwer eine Verschiedenheit wahrnimmt. Das Gehirn (Fig. 293) im Kopfe bildet zwei Hauptballen, deren vorderer, das große Gehirn genannt, die Stirn und den mittleren Theil des Kopfes ausfüllt, während das kleine Gehirn nur im Hinterhaupte liegt. Beide Ballen sind hinter dem Gaumen durch einen gemeinsamen dicken Strang verbunden, auf welchem sich noch vier kleine Knollen, die sogenannten Sehhügel, befinden, die ganz unter dem großen Gehirne verborgen liegen. Das große Gehirn

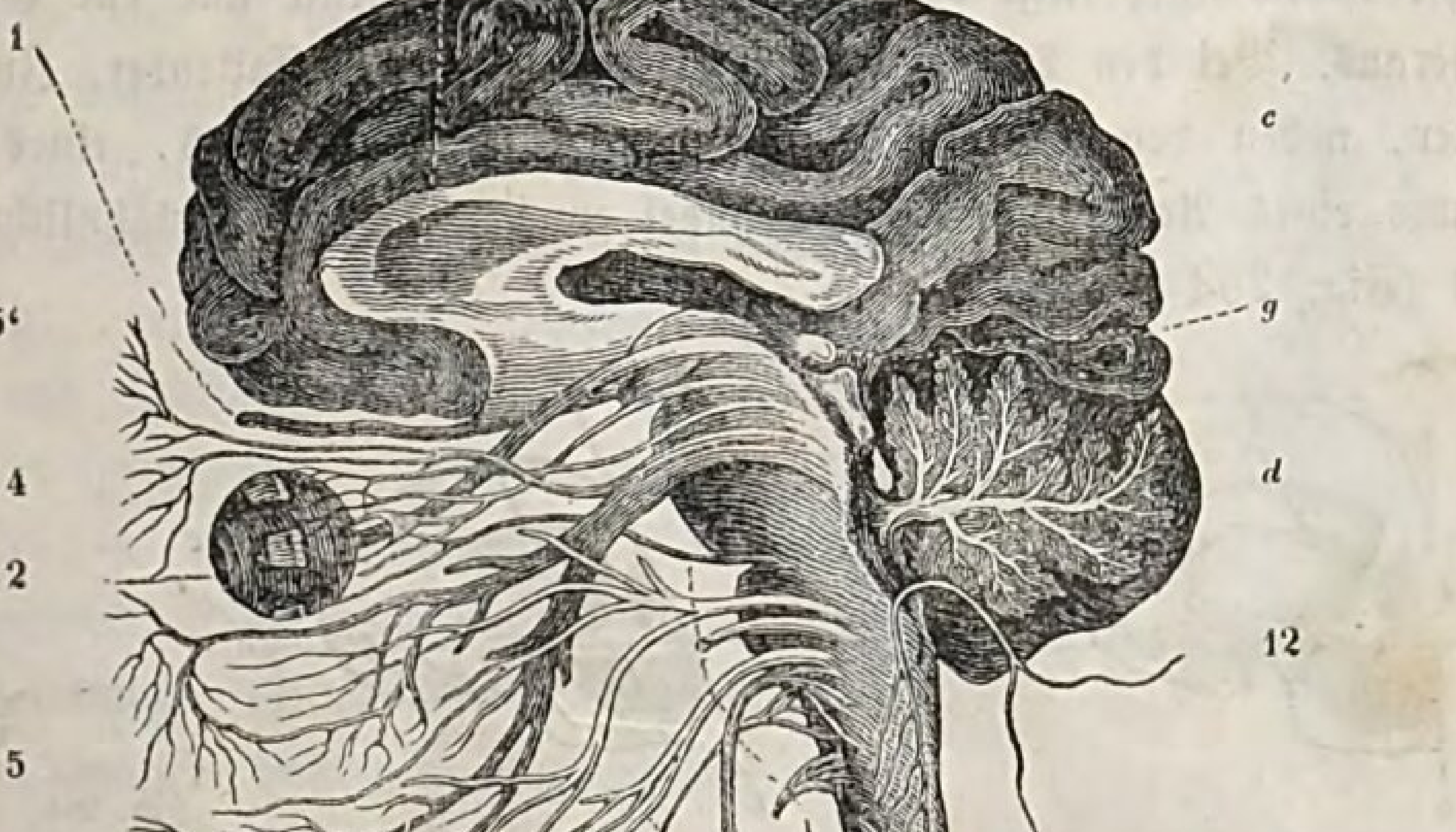


Fig. 293. Vertikalschnitt des Gehirns.*

* *a* Vorderlappen. — *b* Mittellappen des großen Gehirns. — *c* Hinterlappen. — *d* das kleine Gehirn. — *e* Rückenmark. — *f* der Balken. — *g* Sehhügel. — 1 Geruchsnerv. — 2 das Auge mit dem Sehnerven. — 4 fünftes Nervenpaar (Augenmuskelzweig). — 5 fünftes Nervenpaar (Oberkieferzweig). — 5'' (Unterkieferzweig). — 6 Augenmuskelnerven. — 7 siebentes Nervenpaar (Gesichtsnerv). — 9 Zungenschlundkopfnerv. — 10 Lungenmagennerv. — 11 Zungennerv. — 12 der zwölfte Hirnnerv. — 14 und 15 Halsnerven.

ist für sich wieder in eine rechte und linke Hälfte oder „Halbkugel (Hemisphäre)" getheilt, zwischen welchen eine Hautfalte sich tief hineinlegt, und welche überhaupt vielfache, tief hineingebogene und krause Falten zeigen. Die beiden Halbkugeln werden zusammengehalten durch den sogenannten Balken (l), welcher auf obiger Abbildung mitten durchschnitten erscheint. Das kleine Gehirn ist ebenfalls in zwei Hälften (kleine Hemisphären), aber außerdem noch in ein drittes, hinteres Mittelstück, getheilt und hat noch viel zahlreichere und tiefer eindringende Faltungen, als das große Gehirn, so daß es auf dem Querschnitte sehr feine blattartige Verzweigungen zeigt. Uebrigens sind die Falten des kleinen Gehirnes nicht kraus, sondern schlicht. — Das Gehirn ist der Sitz der geistigen Fähigkeiten, und man weiß, daß auf das Maß dieser die Größe und Gestalt des Gehirnes von größtem Einflusse ist. Denn man findet bei den verschiedenen Menschen nach der Gestalt des Kopfes und des denselben ausfüllenden Gehirnes die bedeutendsten Unterschiede in dieser Beziehung. Diejenigen Thiere, welche ebenfalls ein Gehirn haben, besitzen auch gewisse geistige Fähigkeiten, und es stehen darin dem Menschen am Nächsten die Thiere, deren Gehirn dem des Menschen am ähnlichsten ist. Die, welche nur ein geringeres Gehirn haben, stehen dem Menschen viel ferner, doch ist es nicht sowohl die Größe des Gehirnes im Verhältnisse zur Körpergröße, welche die verschiedenen Stufen zu bestimmen scheint, als vielmehr die Menge der Faltungen des kleinen Gehirnes, welche beim Menschen so ausgezeichnet sind. Unter den Menschenracen steht die kaukasische in Rücksicht auf Vollkommenheit des Gehirnes auf der höchsten Stufe, am tiefsten stehen die Menschen der äthiopischen Race, und die in so Vielem sich aussprechende Annäherung der kleinen Kinder der kaukasischen Race an jene zeigt sich auch in dieser Beziehung. Bei den erwachsenen kaukasischen Menschen überragt im Allgemeinen der Schädel den Gesichtstheil, bei den Kindern und bei der äthiopischen Race liegt der Schädeltheil flacher zurück und das Gesicht ragt nach vorn heraus. Bei den Thieren ist letzteres noch viel auffallender. Zur Vergleichung sind hier, neben den Schädel eines erwachsenen Kaukasiers, eines Kindes dieser Race und eines Aethiopiers, die Schädel zweier der menschenähnlichsten Thiere gezeichnet (Fig. 294—298).

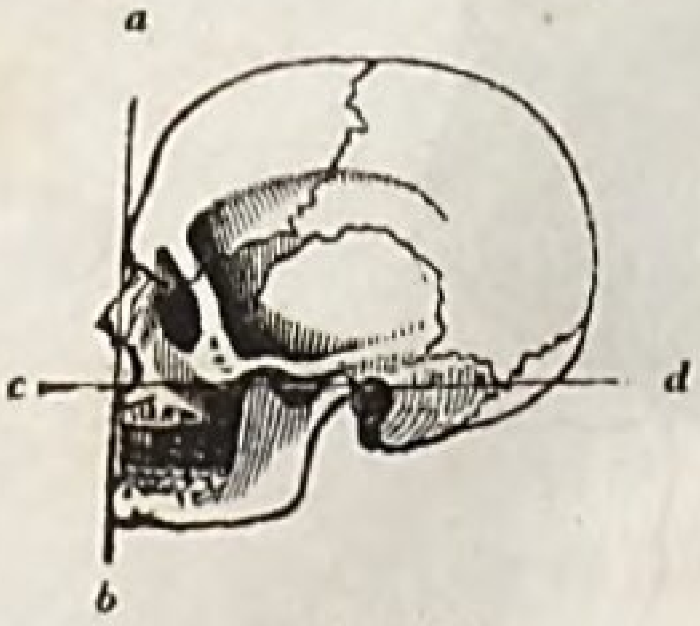


Fig. 294.
Schädel eines Kaukasiers.

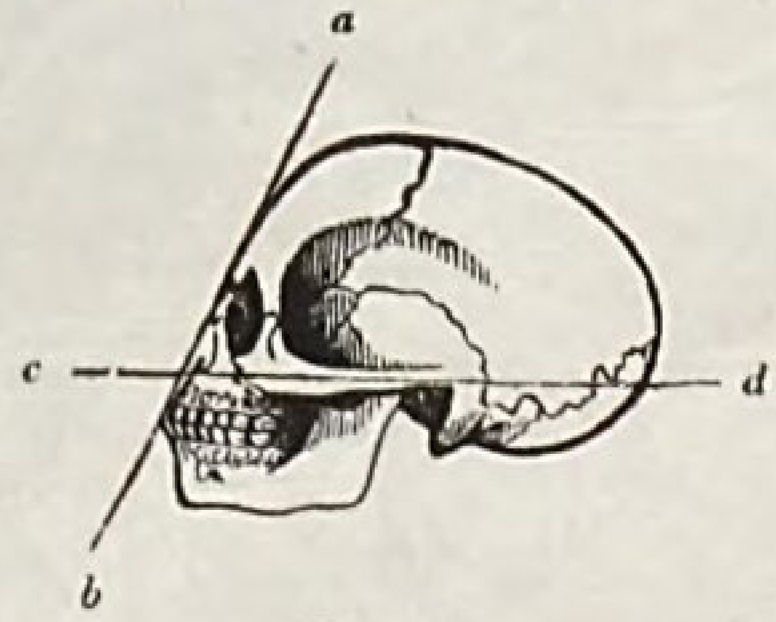
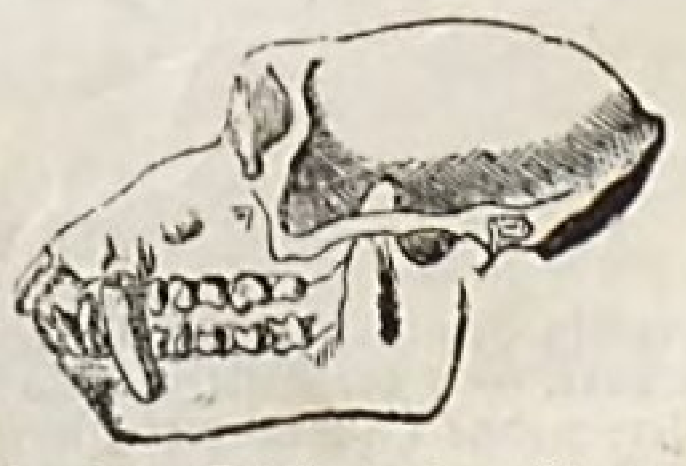


Fig. 295.
Schädel eines Negers.



Fig. 296. Schädel eines sehr jungen Kindes.
f große Fontanelle.


Fig. 297. Der Schädel des Orangutangs (Pithecus satyrus).


Fig. 298. Schädel eines Pavians (Cynocephalus).

Der dicke Strang, welcher das große und das kleine Gehirn verbindet, erstreckt sich im Nacken durch das Hinterhauptloch abwärts in dem ganzen Rückenwirbelkanale entlang, und bildet das **Rückenmark**, dessen oberster Theil das **verlängerte Mark** genannt wird. Gehirn und Rückenmark sind umgeben von mehrfachen Hauthüllen, deren äußere die festeste, und deren zweite durch einen außerordentlichen Reichthum an den feinsten Blutgefäßen ausgezeichnet ist. Es sind dieselben Häute, welche auch die tiefen Faltungen des Gehirnes bekleiden. Das Rückenmark liegt in denselben wie in einem Schlauche. Von dem Mittelstrange des Gehirnes laufen im Kopfe dünnere Stränge von Gehirnmasse, **Nerven** genannt, wie Zweige paarweise aus (Fig. 293) und verbreiten sich, nachdem sie die Wand oder den Grund der Hirnschale durchbohrt haben, in zahllosen immer feineren Verästelungen, theils in den Nasenhöhlen (erstes Nervenpaar, Geruchsnerven), theils in den Augen (Sehnerven) und den dieselben bewegenden Muskeln, theils in den Oberkiefern, Unterkiefern, im ganzen Angesichte, in den inneren Theilen des Ohres (Gehörnerven) und auf den Wangen, im Gaumen und der Zunge (Geschmacksnerven), theils im Hinterkopfe und Nacken, theils, durch den Hals in den Körper hinablaufend, in den Lungen und dem Magen. So entspringen vom Gehirne **zwölf** Nervenpaare, deren zahllose feinste Verästelungen überall bis in das Gewebe der Lederhaut eindringen, wo sie jedoch in unsichtbar feine Fäden auslaufen. Ebenso gehen vom Rückenmarke aus sehr zahlreiche Nervenpaare (Fig. 299) zu allen Theilen des Körpers, sowohl den Gliedmaßen und den äußeren Theilen des Rumpfes, als auch zu allen Eingeweiden. Diese Nerven, deren jeder mit einer doppelten Wurzel aus dem Rückenmarke entspringt, verzweigen sich ebenso vielfältig, alle Muskeln und Häute durchwebend, als die aus dem Gehirne entspringenden. Mehre hauptsächliche gehen beiderseits in die Arme, jedem Rippenpaare folgt ein besonderes Nervenpaar und in die Beine laufen mehre vereinigte sehr bedeutende Nervenstränge. Im Ganzen entspringen aus dem Rückenmarke über dreißig Nervenpaare, deren Zweige und Aestchen vielfach wieder unter einander verflochten sind (Fig. 300).

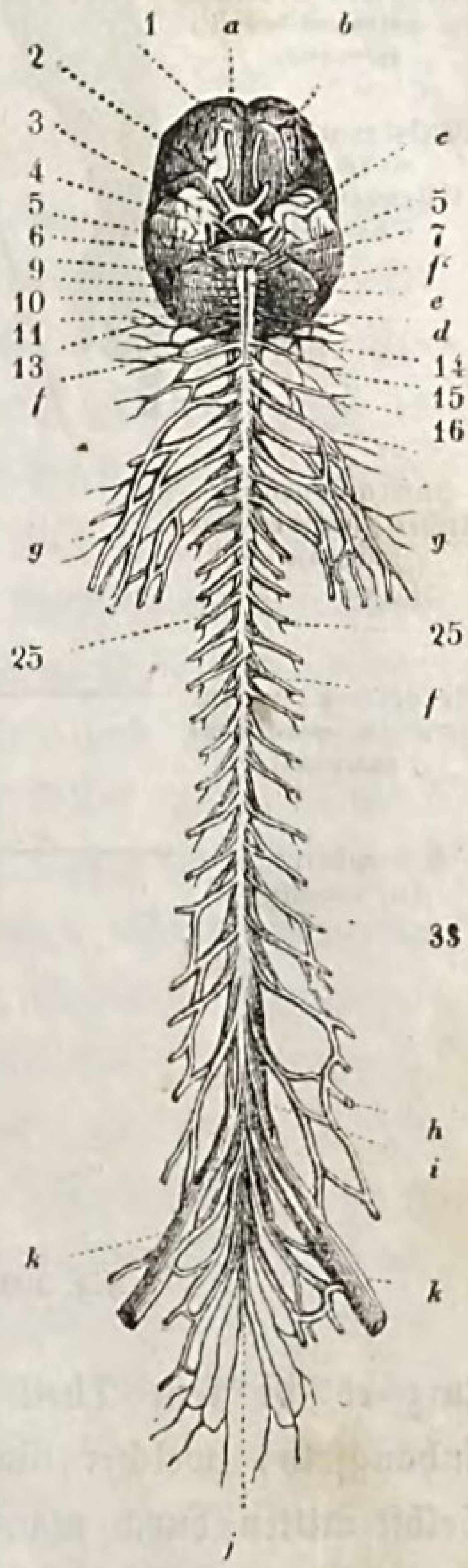


Fig. 299. Gehirn und Rückenmark (Cerebrospinalsystem) mit den Hauptnervenstämmen.*

* *a*—*e* Das Gehirn von der Unterseite gesehen (die Nerven sind nahe an ihrem Ursprung abgeschnitten). — *a* Das große Gehirn; *b* der Vorderlappen der linken Halbkugel des großen Gehirns; *c* der Mittellappen; *d* der Hinterlappen, fast ganz durch das kleine Gehirn verdeckt; *e* das kleine Gehirn; *f'* das verlängerte Mark; *f* das Rückenmark; 1 erstes Nervenpaar oder Geruchsnerven; 2 Sehnerven oder das zweite Nervenpaar; 3 drittes Nervenpaar; 4 Nerven des vierten Paars; 5 der dreigetheilte Nerv oder das fünfte Hirnnervenpaar; 6 das sechste Nervenpaar; 7 das siebente Nervenpaar oder Angesichtsnerven, und das achte Nervenpaar oder Gehörnerven; 9 das neunte Nervenpaar oder Schlundzungennerven; 10 das zehnte Nervenpaar oder Lungenmagennerven; 11 das elfte und zwölfte Nervenpaar; 13 das dreizehnte Nervenpaar oder Hinterhauptnerven; 14, 15, 16 die drei ersten Halsnervenpaare; *g* Halsnerven, welche das Armnervengeflecht bilden; 25 viertes Rückennervenpaar; 33 erstes Lendennervenpaar; *h* Nervengeflechte der untern Gliedmaßen; *i* und *j* das Ende des Rückenmarks; *k* der große Schenkelnerv.

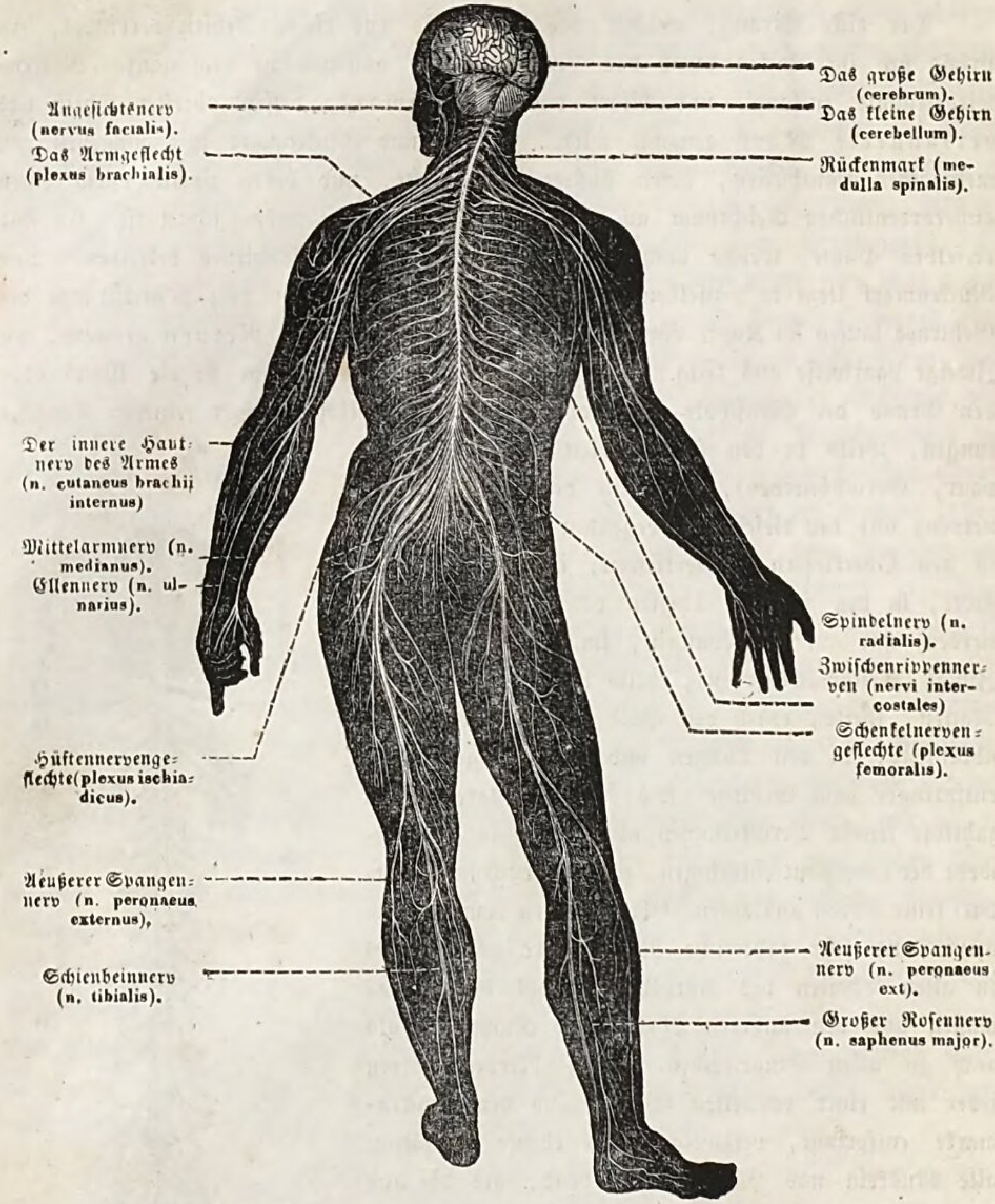


Fig. 300. Verbreitung der bedeutendsten Nerven im Körper.

Kurz es ist kein Theil des Körpers, außer der Oberhaut und ihren hornartigen Anhängseln, welcher nicht mehr oder weniger mit Nervenfäden durchwoben wäre. Selbst mitten durch manche Knochen dringen Nervenzweige hindurch, wie durch die Wangenknochen und Unterkiefer und in jeden Zahn erstreckt sich ebenfalls ein Nervenfaden. Jeder Nerv ist von Adern begleitet.

Kleine besondere, von Gehirn und Rückenmark unabhängigere Nervenmassen, welche man Ganglien nennt, liegen noch in mehren Gegenden des Körpers, z. B. im Kopfe und im Rücken, am Unterleibe u. s. w. in paarweisen Reihen. Sie stehen durch besondere Nervenfäden, die sogenannten sympathischen Nerven, mit einander in Verbindung und bilden so gleichsam eine doppelte Kette durch Rumpf und Kopf. Auch von ihnen laufen sehr zahlreiche Nervenverzweigungen aus, laufen

jedoch auch wieder mit andern, vom Gehirne und Rückenmarke kommenden Nerven zusammen. Die Ganglienнerven vertheilen sich vorzugsweise in den Lungen, dem Herzen, dem Magen, den Eingeweiden und in den häutigen Schläuchen der Blutgefäße, welche Eingeweidetheile sie gleichsam umspinnen.

Auf eine dem Menschen bis jetzt ganz unerklärbare Weise sind die Nerven recht eigentlich der Sitz des Lebens und aller Empfindung und Thätigkeit des Körpers. Wo man letztern auch berühre, da trifft man einen feinen Nervenfaden, welcher die Empfindung der Berührung zu seinem Hauptzweige und durch diesen bis in das Rückenmark und Gehirn leitet, woselbst sie dem menschlichen Geiste zum Bewußtsein kommt. Ebenso leiten die Nerven aus dem Gehirne den Willen des Menschen in jeden Theil des Körpers, woselbst durch die Wirkung der Nerven die Muskeln gleichsam belebt und zur Ausführung irgend einer Thätigkeit angereizt werden. — Die Ganglienнerven bewirken indessen nur ohne unsern Willen vor sich gehende und zum Theile uns ganz unbewußte Lebensverrichtungen, wie das Athmen, die Bewegungen der Eingeweide und der Blutgefäße. — Alle Kräfte und Verrichtungen eines Körpertheiles hören sogleich auf, sobald die zu denselben hingehenden Nerven zerstört worden sind. Ein Muskel, welcher mit der außerordentlichsten Kraft sich zusammenzieht und dadurch die gewaltigsten Wirkungen hervorbringt, so lange er vermittelst der Nerven belebt ist, erscheint nur noch als ein schlaffes, leicht zerreißbares Fleischstück, sobald jene Belebung aufgehört hat. Und alle diese Kraft und Belebung geht vom Gehirne und Rückenmarke aus, und alle Empfindungen werden nur im Gehirne wahrgenommen. Denn schneidet man den zu einem Gliede laufenden Nervenzweig so ab, daß seine Verbindung mit dem Rückenmarke und Gehirne zerstört ist, so ist das Glied fortan lahm; schneidet man ein Glied ganz ab und berührt hernach an der vernarbten Schnittfläche den Nervenstrang, dessen Verästelungen dieses Glied durchzogen, so glaubt der Mensch noch an allen jenen, längst von ihm getrennten Theilen (z. B. an den Zehen eines abgenommenen Beines) die Berührung zu fühlen. — Hat man sehr heftigen Kopfschmerz, so leitet der Lungenmagennerv (nervus vagus oder pneumogastricus) dieses Leiden bis zum Magen, und es erfolgt oft Erbrechen; umgekehrt führt ein Schlag auf den Magen oder Ueberfüllung des Magens leicht Kopfschmerz und selbst Betäubung (Ohnmacht) hervor. Verletzt man das Rückenmark, so erfolgt meistens völlige Lähmung des Körpers und allmähliges Absterben. Nahe beim Gehirne (am verlängerten Marke) oder am Gehirne selbst, zumal am kleinen Gehirn, bringt die kleinste Verletzung den schnellsten Tod, und es ist eine große Weisheit der Natur, daß diese edlen Theile so sicher in festen Knochenbehältern geschützt sind. — Die Ganglienнerven werden nie in ihrer Thätigkeit erschöpft und verrichten dieselbe daher Tag und Nacht unausgesetzt, während die Thätigkeit der Gehirn- und Rückenmarksnerven zeitweise erschlafft. Bei letzteren tritt nach einer Weile erhöhter Thätigkeit, welche man das Wachsein nennt, eine Zeit der Abspannung und Ruhe ein, welche man als Schlaf bezeichnet. Auf diesen Wechsel ist das Licht von größtem Einflusse. Der natürlich lebende Mensch schläft, bei gesundem Zustande, nur wenn es dunkel ist, und wacht, wenn es hell ist.

Die Sinne. — Die Fähigkeiten, vermittelst gewisser Nerven Empfindungen von verschiedenen äußeren Dingen wahrzunehmen, nennt man Sinne. Der eine Sinn ist über alle Theile des Körpers verbreitet; nämlich die Fähigkeit, Berührungen irgend welcher Art, sowie Hitze und Kälte, oder andere auf die Haut einwirkende Reize zu fühlen, der Gefühlssinn. Die andern Sinne, vier an der Zahl, gehören bloß besondern Theilen des Körpers an und werden durch eigenthümliche Vorrichtungen vermittelt, das Gesicht durch die Augen, das Gehör durch die Ohren, der Geruch durch die Nase, der Geschmack durch die Zunge.

a. Gefühlssinn. Die Fähigkeit, zu fühlen, ist zwar allen Nerven des Körpers eigen, allein am feinsten ist dieser Sinn auf der Unterseite der Fingerspitzen, wo er ausgebildet ist bis zu der Fähigkeit, die Beschaffenheit von Gegenständen durch Betasten zu erkennen. Man nennt das Gefühl in dieser Beziehung auch wohl den Tastsinn. In der Lederhaut verlaufen sich die feinsten Nervenfäden zuletzt als Büschelchen in sehr kleine, paarweise stehende Wärzchen, welche an den Händen, besonders aber an den Fingerspitzen, sehr dicht gedrängte krummlinige Reihen bilden und mit der feinsten Oberhaut bekleidet sind.

b. Geschmackssinn. Dem Gefühle steht der Geschmack zunächst, denn auch dieser erfordert zur Wahrnehmung eine unmittelbare Berührung. Er bezieht sich aber nur auf eine besondere Eigenschaft in Wasser (oder einer andern Flüssigkeit) aufgelöster Stoffe. Denn feste Stoffe (wie Zucker) schmecken nicht eher, als bis sich etwas davon im wässerigen Speichel aufgelöst hat. Es ist nicht das die Zungenmuskelmasse bewegende Nervenpaar, sondern ein ganz besonderer, auch auf der Zungenoberfläche und einigen andern Theilen der hinteren Mundhöhle sich verästelnder Zweig des fünften Nervenpaares (Fig. 293), welcher das Schmecken vermittelt. Seine Spitzen endigen sich vorzugsweise in kleine, mit Schleimhaut bedeckte Warzen (Papillen) der Zunge. Der Geschmackssinn ist bestimmt für die Wahl der Nahrungsmittel; denn er hat seinen Sitz am Eingange zum Nahrungskanale des Körpers.

c. Geruchssinn. Ein Nervenpaar, welches zuvörderst im Schädel unter dem großen Gehirne entspringt, und dessen Aestchen sich in der ganzen Schleimhaut verbreiten, welche die durch eine Scheidewand getrennten Nasenhöhlen auskleidet, vermittelt den Geruchssinn. Die außerordentlich feinen und flüchtigen Riechstoffe, welche von den übel- oder wohlduftenden Gegenständen ausströmen und durch die Luft oft wunderbar weit verbreitet werden, lösen sich in der Feuchtigkeit jener Nasenschleimhaut auf und werden dadurch gleichsam geschmeckt. Weil einströmende Luft erforderlich ist, um die Riechstoffe zu den Geruchsnerven zu führen, so befindet sich der Geruchssinn im Eingange des Athmungskanales; denn als solcher dient die Nase, wenn der Mund geschlossen ist. Damit aber die in der Luft schwebenden unsichtbaren Riechstoffe desto sicherer mit den Nerven in Berührung kommen mögen, so ragen von der Seite der Nase drei mit Schleimhaut bekleidete Knorpelblätter, gekrümmt wie Muschelschalen, in jede Nasenhöhlung hinein, und zwischen ihren Krümmungen muß die Luft durchstreichen. Auch befinden sich gerade über der Nase und mit dieser in Verbindung noch Höhlungen im Stirnknochen, welche beim erwachsenen Menschen die Hervorragung der Stirne an jener Stelle bewirken, und

welche zum Auffangen der Gerüche bestimmt zu sein scheinen (Fig. 301).

d. Gehörssinn. Das Gehör macht uns fähig, Töne wahrzunehmen und von einander zu unterscheiden. Töne sind Erzitterungen der Luft. Jeder weiß, daß eine Uhrfeder, in schwingende oder zitternde Bewegung gesetzt, indem sie die Luft schwirrend schlägt, einen Ton hervorbringt. Die angeschlagene Saite eines Instrumentes schwirrt ebenso; desgleichen auch eine Metallplatte, welche man anschlägt oder mit einem Fidelbogen streicht. Man erkennt dies deutlich an dem Hüpfen aufgestreuter Sandkörnchen (Klangfiguren). So ist es denn auch bei einer Glocke, Drommete u. s. w., kurz bei jedem Instrumente, auf welchem Töne gemacht werden können, und so auch bei der menschlichen und thierischen Stimme; bei jedem Tone findet eine zitternde oder schwirrende Erschütterung der Luft statt. Wir hören, d. h. empfinden Töne vermittelst des tief im Innern der Ohren sich verzweigenden Gehörnervenpaares. Das äußere Ohr ist ein muschelförmiger Wind- oder Luftfang, welchen nur wenige Menschen, um besser horchen zu können, zu bewegen im Stande sind. Es besteht aus Knorpel, mit Haut überzogen, und hat vertiefte Windungen, welche die Luft in den sogenannten Gehörgang leiten. Der Gehörgang (das Ohrloch) führt in das Innere einer besonders festen und von der inneren Gehirnhöhle abgeschiedenen Knochenkapsel des Schädels, welche das Felsenbein genannt wird. Beim Eingange in diese Kapsel ist der Gehörgang verschlossen durch das Trommelfell, eine ausgespannte Haut. Hinter dieser folgt als vorderster Theil der Gehörkapsel eine besondere kleine Höhle, die Trommelhöhle, welche durch eine enge Röhre, die Eustachische Röhre (Fig. 301), mit dem hinteren Ende des Nasenganges in Verbindung steht und Luft enthält. Diese Luft erzittert, sobald durch die äußere Luft das Trommelfell erzittern mußte. In der Trommelhöhle liegen vier sehr kleine Knöchelchen. Dieselben heißen Gehörknöchelchen, und einzeln nach ihrer Gestalt Hammer (a), Ambos (b), Linse (c) und Steigbügel (d) (Fig. 302).

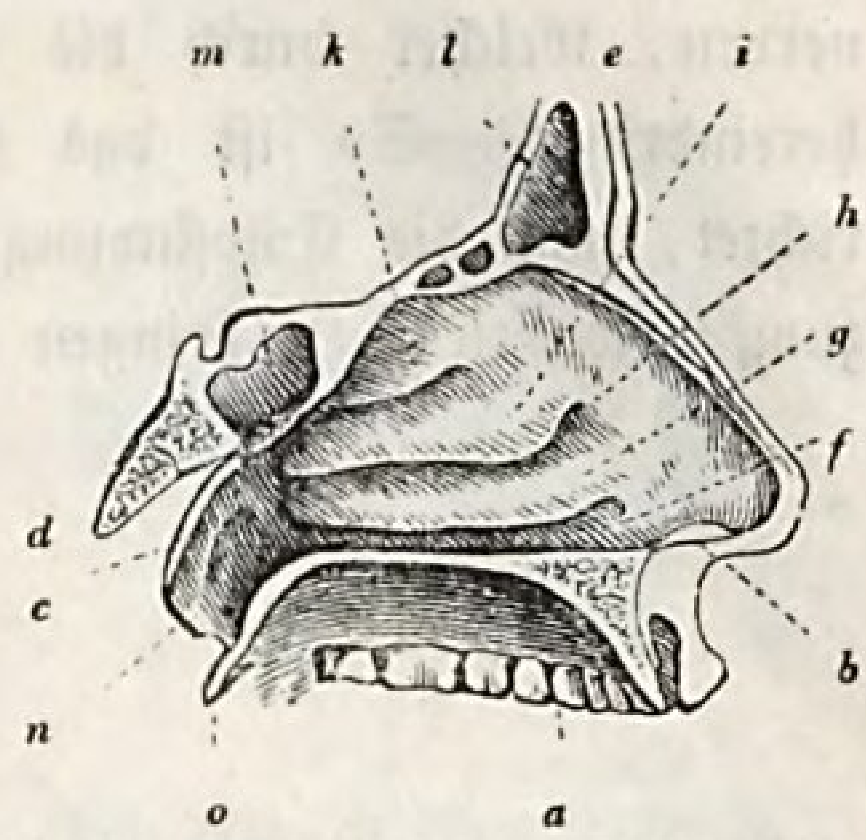


Fig. 301. Das Innere der Nasenhöhle.*

* Dieser Vertikaldurchschnitt der Nasenhöhlen stellt die äußere Wand einer dieser Höhlungen von der innern Seite vor. — *a* Mundhöhle; *b* Nasenloch; *c* Oeffnung der Eustachischen Röhre; *d* Keilbein; *e* Stirne; *f* unterer Luftgang; *g* untere Nasenmuschel; *h* mittlerer Luftgang; *i* mittlere Nasenmuschel; *k* obere Nasenmuschel; *l* Stirnbeinhöhle; *m* Keilbeinhöhle; *n* Schlundkopf; *o* Zäpfchen.

Dieselben dienen zur strafferen Spannung des Trommelfelles und der gegenüberliegenden inneren Wand der Trommelhöhle. Letztere Wand besitzt zwei ebenfalls durch Häute verschlossene Oeffnungen (das längliche und das runde Fenster), und auch diese Häute erzittern natürlich von der Erzitterung des Trommelfelles und der Luft in der Trommelhöhle. Sie theilen diese Bewegung dem innersten Theile des Ohres in der Gehörkapsel mit, in dessen Höhlung eine mehrfach gebogene und theilweise wie ein Schneckenhaus umgewundene Knochenröhre (das Labyrinth und die Schnecke) sich befindet, die mit wässeriger Flüssigkeit ausgefüllt ist. In diese Flüssigkeit hinein hangen viele feine häutige Säckchen, ebenfalls mit Flüssigkeit erfüllt, und in diese Säckchen verlaufen sich die zarten Verästelungen des Gehör-

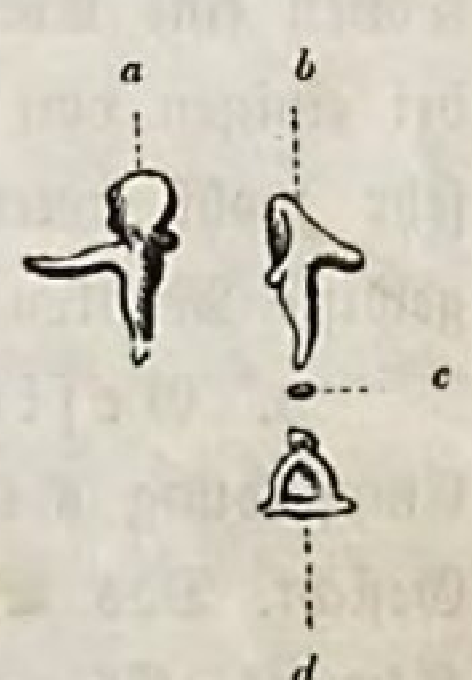


Fig 302.
Die Gehörknöchelchen.

nerven, welcher durch die innere Wand des Felsenbeines aus der Gehirnhöhle hereindringt. So ist das Gehör des Menschen auf das Vollkommenste eingerichtet, um die Empfindung der feinsten Töne in das Gehirn zu leiten und dort zum Bewußtsein zu bringen (Fig. 303). — Wie nahe im Uebrigen die Thätigkeit

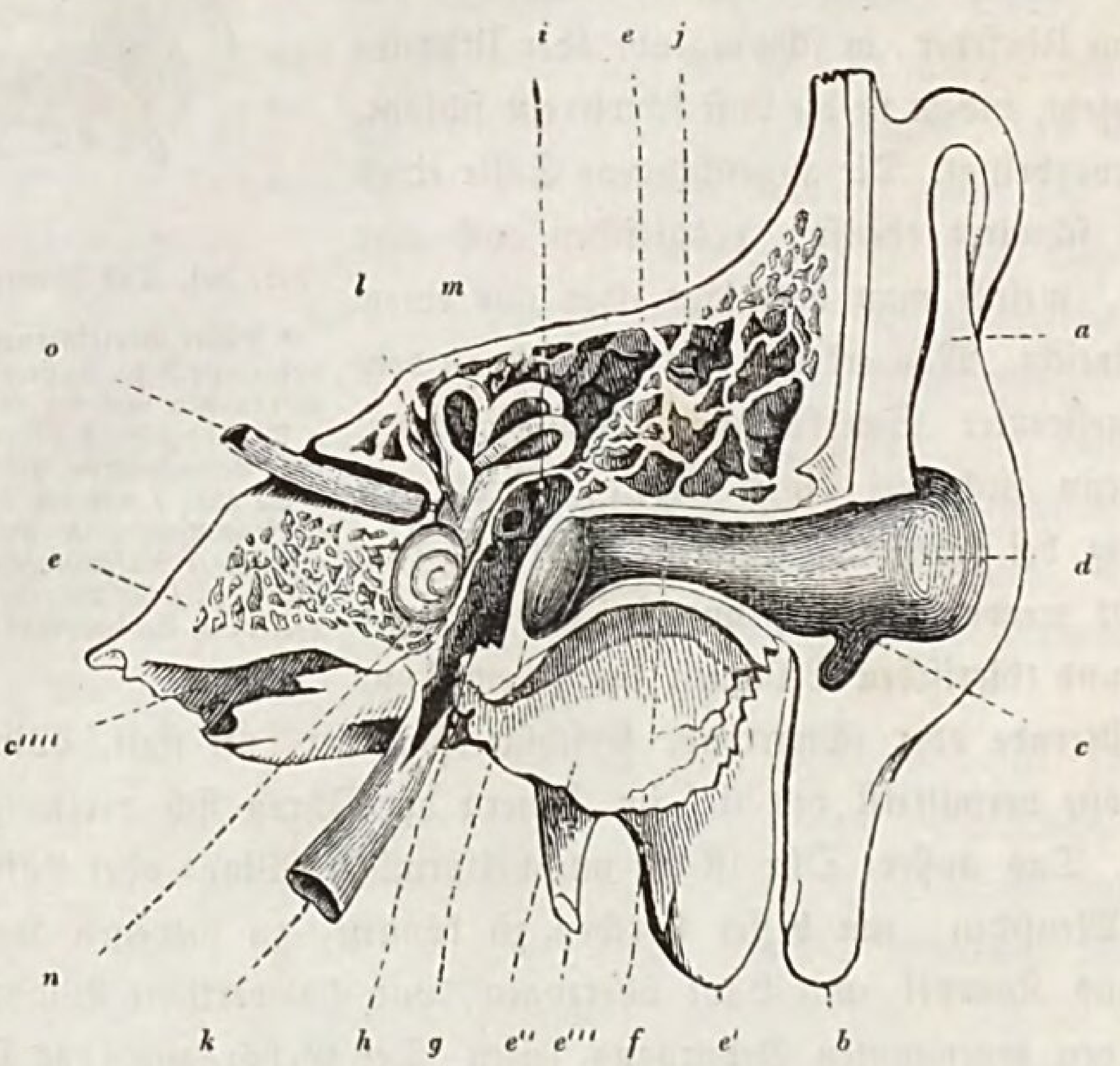


Fig. 303. Das Gehörwerkzeug. *

* Diese Figur stellt einen Querdurchschnitt des Gehörorgans vor. Die innern Theile sind ein wenig vergrößert worden, um sie besser unterscheiden zu können. — *a* Das äußere Ohr (Auricula externa); *b* Ohrläppchen (lobulus auriculæ); *c* hintere Ohrklappe (antitragus); *d* Muschelhöhle (concha auris); *e e* Felsenbein (os petrosum), ein Theil des Schläfenbeines; *e'* Warzenfortsatz des Schläfenbeines (processus mastoideus); *e''* Unterkiefergelenk; *e'''* Griffelfortsatz des Schläfenbeines (processus styloideus); *e''''* Durchgang der Kopfschlagader (canalis caroticus); *f* äußerer Gehörgang (meatus auditorius ext.); *g* Trommelfell (membrana tympani); *h* Trommelhöhle (cavitas tympani) (die Gehörknöchelchen sind aus der Trommelhöhle herausgenommen); *i* Verbindungsöffnung der Trommelhöhle mit den Zellen des Felsenbeines, etwas weiter unten das längliche und das runde Fenster; *j* hohle Zellen des Felsenbeines; *k* Eustachische Röhre (tuba Eustachii); *l* Vorhof (vestibulum); *m* Labyrinth; *n* Schnecke (cochlea); *o* Gehörnerv (nervus acusticus).

der Gehörnerven verwandt ist mit der Thätigkeit der Gefühlsnerven, das geht daraus hervor, daß völlig taub geborene Menschen (Taubstumme) von allen starken Tönen eine Empfindung auf der ganzen Haut verspüren und diese Empfindung sich bei einigen von ihnen so ausbildet, daß sie die Töne der verschiedenen Instrumente sehr wohl unterscheiden und sogar eine besondere Zuneigung oder Abneigung für gewisse Musiken bekommen.

e. Gesichtssinn. Die Fähigkeit, durch welche wir im Stande sind, die Empfindung des Lichtes und seiner Verschiedenheiten wahrzunehmen, nennen wir das Gesicht. Das Auge ist das zu diesem Zwecke bestimmte kunstvolle Werkzeug unseres Körpers. Es ruht in einer tiefen, von Knochenplatten gestützten Höhle des Kopfes, der Augenhöhle, ganz eingebettet in geschmeidiges Fetthautgewebe, und durch sechs eigene kleine Muskeln zu vielfachen Bewegungen befähigt. Vorn ist es durch bewegliche Hautklappen, die Augenlider (b b), und durch die daran befindlichen Wimperhaare geschützt. Das Auge (Fig. 304) ist eine Kugel, von weißer, mit fast unsichtbar feinen Adern durchwobener Haut, der Sklerotika (s s'), umhüllt, von

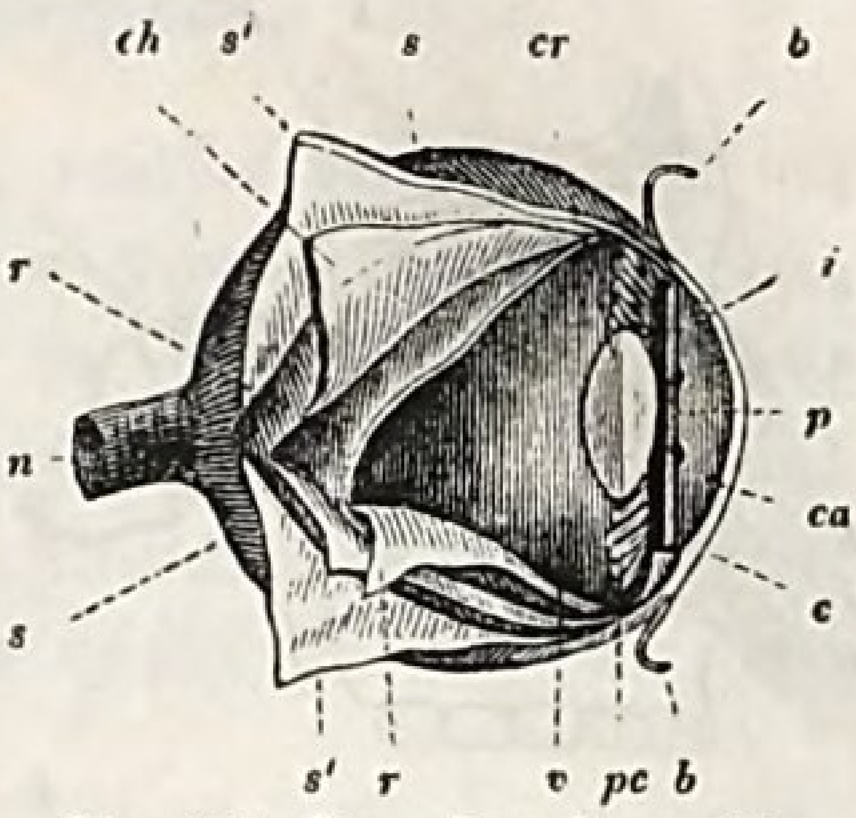


Fig. 304. Der offene Augapfel.

welcher wir jedoch nur einen kleinen Theil durch den schmalen Ausschnitt der Augenlider erblicken. In dieser Kugel befindet sich vorn ein rundes Fenster, mit einer glasklaren, uhrglasartig gewölbten Haut, der Hornhaut (cornea, c), verschlossen. Durch dieses Fenster sieht man weiter innen eine zweite Hautscheibe, die Iris oder Regenbogenhaut, welche braun, grau oder blau gefärbt ist, und in der Mitte letzterer ein kleineres, schwarz erscheinendes Guckloch, die Pupillaröffnung oder schlechthin Pupille (p) genannt. — Die Iris zeigt feine Strahlen, von zarten Muskelfasern herrührend, deren Zusammenziehung die Pupillaröffnung größer macht, während ihre Ausdehnung dieselbe verkleinert. Der Raum zwischen Hornhaut und Iris ist mit krystallheller Flüssigkeit erfüllt (ca). Die Pupillenöffnung ist von Innen verschlossen durch eine dahinter liegende glasklare und knorpelharte Linse (cr), einer Vergrößerungslinse sehr ähnlich, und der hinter der Linse befindliche größere Raum in der Augenkugel ist ganz erfüllt von glasartig durchsichtiger und gallertartiger Flüssigkeit (v), die mit ebenso durchsichtigen Hautzellen durchwoben ist. Die Hinterwand dieses Raumes bekleidet der hautartig ausgebreitete Sehnerv (nervus opticus, n), welcher vom Gehirne her in die Augenhöhle und in die weiße Sklerotika der Augenkugel hereindringt. Diese hautartige Ausbreitung des Sehnerven, welche mit vielen wärzchenartigen Hervorragungen bekleidet ist, wird ihrer Form nach auch wohl Traubenhaut oder Netzhaut (retina, r) genannt. Derselbe hat noch außer der Sklerotika eine andere Unterlage, nämlich die ganz schwarz gefärbte und reichlich mit Blutgefäßchen durchzogene sogenannte Aderhaut (chorioidea, ch). Diese ist es, welche das Innerste des Auges so dunkel durch die Pupillenöffnung herausscheinen läßt; nur bei den Weißlingen (Albinos oder Kakerlaken) ist sie nicht schwarz, sondern bloß von den Blutgefäßen roth, und scheint daher roth heraus. — Das Licht der Gegenstände, auf die unser Auge gerichtet ist, strahlt auf die Hornhaut und fällt durch diese hindurch. Die brennglasartige Krümmung der Hornhaut bewirkt es, daß die Lichtstrahlen sich auf die Mitte der Iris sammeln und meistentheils in die Linse fallen. Die Linse ist aber gar ein vollkommenes Brennglas, sammelt daher die Lichtstrahlen noch mehr auf einen Punkt und läßt dieselben durch die Glasflüssigkeit des Auges auf die Traubenhaut, d. i. auf den Sehnerven, fallen. Der Sehnerv empfindet den Reiz des Lichtes und leitet diese Empfindung zum Gehirne, woselbst sie als Licht oder als Farbe, oder als Bild wahrgenommen wird. Damit nicht zu viel noch zu wenig Licht in das Auge fallen könne, kann die Iris ohne unser Zuthun die Pupille verengern und vergrößern, weßhalb der schwarze Augenpunkt im Sonnenlichte kleiner, im Dunkeln größer wird. Ist durch Krankheit die Linse trübe geworden, so nennt man dieses Uebel den grauen Staar; ist die Hornhaut trübe geworden, so heißt diese Störung des Gesichtssinnes der weiße Staar; ist aber der Sehnerv unempfindlich geworden, so bildet dieses völlig unheilbare Leiden den schwarzen Staar. Zu schwache Wölbung der Hornhaut bewirkt die Weitsichtigkeit, zu starke Wölbung dagegen Kurzsichtigkeit, Fehler, welchen man durch gut geschliffene Brillengläser

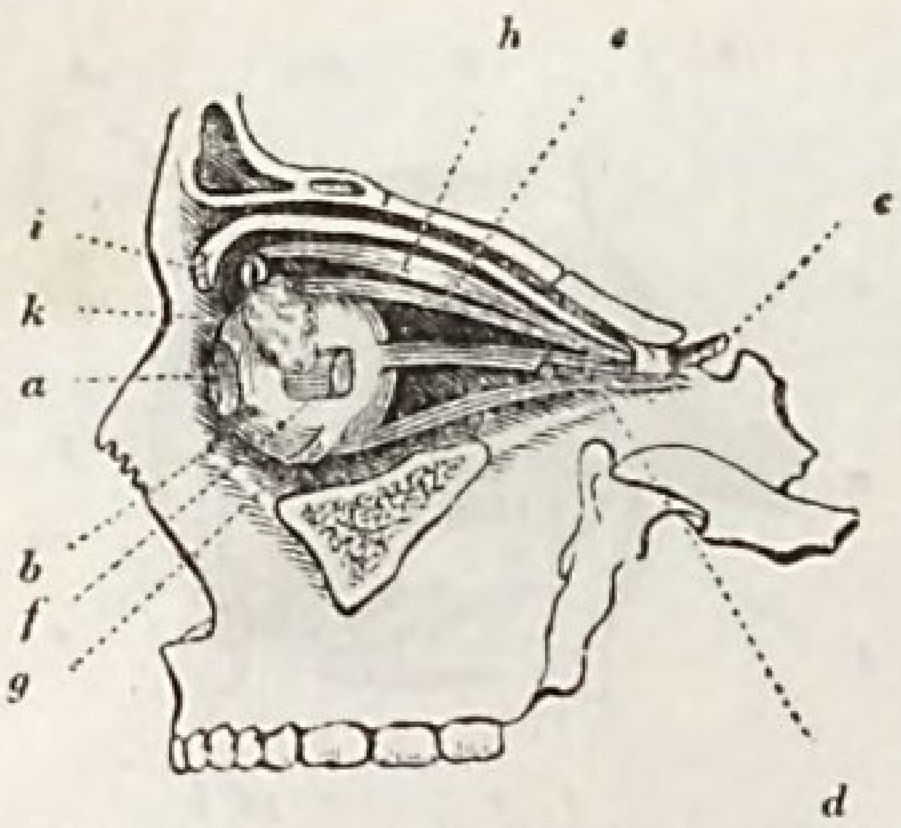


Fig 305. Lage des Auges im Kopfe.*

* Senkrechter Durchschnitt der Augenhöhle, um die Lage des Auges und seiner Muskeln zu zeigen. — *a* Die Hornhaut; *b* die Sklerotika; *c* der Sehnerv, dessen anderes Ende in den Augapfel dringt; *d* der rechte untere Augenmuskel; *e* der rechte obere Augenmuskel; *f* ein Theil vom rechten äußern Augenmuskel; im Hintergrund der Höhle erblickt man das andere Ende dieses Muskels, dessen ganzer mittlerer Theil weggenommen wurde, um den dahinter liegenden Sehnerven sehen zu lassen; *g* das Ende des kleinen schiefen Muskels; *h* der große schiefe Muskel, dessen Sehne zuerst durch eine kleine Rolle geht, bevor sich dieselbe mit der Sklerotika verbindet; *i* der Muskel, welcher das obere Augenlid aufhebt; *k* die Thränendrüse.

abhelfen kann. Da junge Leute vollsäftiger zu sein pflegen als ältere, so ist bei ihnen letzteres Uebel häufiger und nimmt oft mit dem Alter ab, verwandelt sich aber auch wohl gar, wenn das Auge durch die Abnahme der Säfte zu sehr zusammensinkt, in das entgegengesetzte Uebel. — Damit das Auge stets feucht und schlüpfrig erhalten werde, und alle Bewegungen der Kugel, sowie der Augenlider geschehen können, ohne Reibung zu verursachen, so liegt über dem Auge in der Augenhöhle an der äußern Seite die Thränendrüse (k), aus welcher stets wässerige, etwas salzige Feuchtigkeit sich aussondert, die durch das Blicken oder Blinzeln über die ganze Augenfläche verbreitet wird (Fig. 305). Bei heftigem Körper- oder Gemüthsschmerze fließen diese Thränen häufiger, und dann nimmt man wahr, wie dieselben auch durch eine feine Röhre (deren Eingang am untern Augenlidsrande gegen den innern Augenwinkel als kleiner Punkt sichtbar ist) in die Nasenhöhle abfließen und stetes Schneuzen nothwendig machen.

Geistige Fähigkeiten.

Von den geistigen Fähigkeiten des Menschen handelt eine eigene Wissenschaft, die Seelenlehre (Psychologie). Es kommen dem Menschen im Allgemeinen sämmtliche geistige Fähigkeiten zu, von denen wir einen Begriff haben; doch hängt der Grad derselben ab von der Bildung des Körpers, zumal von der Gestalt des Kopfes (Seite 102). Daher finden wir nicht nur bei den verschiedenen Menschenracen eine große Verschiedenheit in denselben, und müssen mit Dank erkennen, daß unsere kaukasische Race darin vor andern bedeutend bevorzugt und am höchsten gestellt ist, sondern wir sehen auch das kleine Kind mit seinem noch so unvollkommenen Körper anfangs tief unter vielen Thieren stehen und nur durch die schon in ihm liegende Anlage zu edlerer Ausbildung und Vervollkommnung zu einer höheren Bestimmung vorbereitet. Und während beim erwachsenen, ausgebildeten Menschen die ohne seinen Willen aus dem Innern hervorgehenden Antriebe zu gewissen, auf die Selbsterhaltung abzielenden, Verrichtungen, welche wir Instinkte nennen, und welche so viele Thiere zu den überraschendsten und bewundernswürdigsten Handlungen treiben, sehr unterdrückt und fast unmerkbar erscheinen, zeigen sich dieselben beim Kinde noch in weit höherem Grade. — Zu einem der größten Vorzüge wird für den Menschen die geschickte Einrichtung seiner Stimmwerkzeuge, welche ihm den unermeßlichen Schatz der Sprache verleiht. Auch diese, der höchsten und herrlichsten Ausbildung fähige Eigenschaft des Menschen, fehlt anfangs dem Kinde gänzlich, sowie sie auch keinem Thiere irgend zukommt.

Alter des Menschengeschlechtes.

Wie lange schon Menschen auf der Erde existiren, darüber vermögen wir mit Jahreszahlen nichts zu sagen. Nach dem muthmaßlichen Alter mancher Bauwerke dürfte diese Zeit auf viele Jahrtausende zu setzen sein. In den Schichten der Erde finden wir Ueberreste von Menschen (Fig. 306) nur ganz nahe der Oberfläche und in ganz jung gebildeten Ablagerungen, nie aber in tieferen und älteren Schichten, woraus sich erweisen läßt, daß der Mensch von allen Geschöpfen eines der letzterschaffenen ist.



Fig. 306. Menschliche Gebeine im Uferkalksandsteine der Insel Guadeloupe (Mittelamerika).

Bildungsstufen.

So finden wir in allen Stücken den Menschen als die Krone der Natur, wunderbar geschaffen und mit den reichsten Anlagen ausgestattet, sich hoch über das Thierreich zu erheben, die Zierde der Schöpfung zu sein und hinzustreben zu einem höheren Dasein. Aber nur der Mensch, welcher seine Anlagen übt und ausbildet, und nach Veredlung seines Wesens trachtet, ist ein wahrer Mensch.

Der Grad der Bildung (Cultur), welchen die Menschen erreicht haben, ist zwar bei den Mitgliedern eines und desselben Volkes schon sehr verschieden, doch kann man im Allgemeinen unter den verschiedenen Völkern des Erdbodens drei Hauptculturstufen unterscheiden. Auf der niedrigsten Stufe stehen die Jäger- und Fischervölker, welche nur von den oft kaum zubereiteten Thieren des Waldes und der Gewässer, oder von wilden Früchten leben, nur die zur Jagd und Fischerei nothwendigsten Werkzeuge verfertigen, sich in Felle kleiden und in natürlichen oder künstlichen Höhlen wohnen, welch letztere selten allenfalls den Namen von elenden Hütten verdienen. Sie kennen nicht Armuth und Reichthum, und nicht den Unterschied der Stände, kaum das Recht des Eigenthums, und treiben keinen Handel, sondern vervielfältigen ihre Besitzthümer, welche nur auf den täglichen Lebensbedarf abzielen, höchstens durch Tausch. Etwas Höheres als den leiblichen Genuß des Lebens ahnen sie nicht; auch sind sie meistens mit den geringen leiblichen Genüssen, an welche sie gewöhnt sind, zufrieden, weil sie von andern nichts wissen. Der Hund ist das einzige gezähmte Thier, welches diesen Völkern ihre Lebensweise erleichtern hilft, weil er eine natürliche Anlage zu der gleichen Lebensweise hat. Nur die eisigen Länder des Nordens von Europa und Asien, sowie von Amerika, und die wald- und wasserreichen Gegenden des letzteren Erdtheiles sind noch jetzt von zahlreicheren Völkerschaften dieser niedrigsten Bildungsstufe bewohnt, welche stets ohne

Einfluß auf die Entwicklung und die Staatenverhältnisse anderer Nationen geblieben sind.

Die Hirtenvölker oder Nomaden erheben sich schon bedeutend höher. Dieselben leben von den Erzeugnissen der Viehzucht, welche sie zum Theil künstlich zur Speise, zur Kleidung und Wohnung zubereiten. Das bewegliche, meist aus Fellen bereitete, Zelt ist ihr Haus; feste Wohnsitze haben sie nicht, sondern sie wechseln dieselben mit den Weideplätzen ihrer zahllosen Heerden. Sie beobachten die Gestirne und haben religiöse Vorstellungen, welche sich meistens an die Gestirne knüpfen oder jedenfalls sich wenig über die Sinnlichkeit erheben. Die Bequemlichkeiten und Genüsse ihres Lebens vermehren sie gern, im Frieden durch Handel, nicht selten aber auch durch Krieg und Raubzüge. Die Nothwendigkeit des Besitzes erzeugt Habgier, Ungleichheit der Stände, Reichthum und Armuth; die größere Sorglosigkeit des Lebens führt zur Erweiterung der Kenntnisse. Diese halbcivilisirten Horden vereinigen sich jedesmal, wenn ein enthusiastischer Anführer sie aufruft, und werfen sich auf die, sie umgebenden, civilisirten Länder, um sich darin festzusetzen und in Genüssen zu verweichlichen, bis andere Hirtenvölker wiederum sie unterjochen. Sie zerstörten zu verschiedenen Zeiten gebildete Staaten und deren Bildung selbst (Persien, Indien, China), gründeten selber aber nie andere Staaten als solche, welche durch die unbeschränkte Herrscherwillkür von Machthabern regiert wurden. Die ungeheuren Sandebenen und Salzsteppen des Mittellandes von Asien und Afrika sind noch jetzt und waren von jeher der Aufenthalt von Nomadenvölkern.

Auf der dritten und höchsten Stufe stehen die Ackerbau treibenden Völker. Der Ackerbau, welcher das bewegliche Zelt in friedliche, feste Hütten zu wandeln gebietet und den Menschen zum Menschen gesellt; welcher es möglich macht, daß die Arbeit eines Theiles der Bevölkerung die nothwendigsten Lebensbedürfnisse für Alle hervorbringe, und daß also die hiezu entbehrlichen Kräfte auf Gewerbe und Handel, auf Künste und Wissenschaften verwandt werden, enthält somit die Bedingungen, welche eine höhere Bildung möglich machen. Jedoch bringt derselbe die höhere Bildung nicht an sich und nicht mit Nothwendigkeit hervor. Es gibt Ackerbau treibende Völker, welche noch auf einer sehr niedrigen Culturstufe stehen, während andere vermöge ihrer Bildung eine so hervorragende Stellung einnehmen, daß sie ihren Einfluß über alle Theile der Erde ausdehnen. Der Handel und die Schifffahrt sind das hauptsächlichste Mittel geworden, durch welches Nationen ihren Wohlstand und ihre Kenntnisse außerordentlich emporzuheben vermochten, und von Erfindung zu Erfindung fortschreitend, sich und der ganzen Menschheit eine Zukunft eröffneten, welche einer immer größeren Anzahl von Menschen Ausbildung ihrer Fähigkeiten unter dem Schutze der Gesetze und der auf solche begründeten Freiheit in Aussicht stellt.

Dritter Abschnitt.

Die Naturgeschichte der Thiere

oder

Zoologie.

Uebersicht der Thiere im Allgemeinen.

Erste Abtheilung: Thiere, welche mit einem Knochenskelette, insbesondere mit Wirbeln versehen sind — **Wirbelthiere.** Vertebrata.

Zweite Abtheilung: Thiere, welche kein Knochenskelett besitzen — **Wirbellose Thiere.** Evertebrata.

*

Uebersicht der Wirbelthiere.

I. Klasse. **Haarthiere** oder **Säugethiere.** Mammalia.
II. Klasse. **Federthiere** oder **Vögel.** Aves.
III. Klasse. **Schilderthiere** oder **Kriecher.** Reptilia.
IV. Klasse. **Nackte Thiere** oder **Lurche.** Batrachia.
V. Klasse. **Schuppenthiere** oder **Fische.** Pisces.

I. Klasse. Haarthiere oder Säugethiere.

Unter den Thieren sind diejenigen die wichtigsten und die vollkommensten, welche eine mehr oder weniger mit Haaren bewachsene Haut haben, und welche man dieses Merkmals wegen Haarthiere nennen kann, sowie man dieselben auch wohl Säugethiere nennt, weil sie ihre Jungen, welche nicht im Stande sind, sich gleich nach der Geburt selber zu nähren, eine Zeitlang mit Milch säugen. Affen, Hunde, Rinder, Schweine, Rosse und viele andere, theils sehr große, theils sehr kleine Thiere gehören zu dieser Klasse: die winzigen Mäuse, sowie die ungeheuren Wale, welche wegen ihrer fischähnlichen Gestalt und ihres Aufenthaltes im Wasser gewöhnlich Walfische genannt werden. Bei weitem die Meisten leben auf dem Lande. Alle haben in ihrer Körperbildung eine größere Aehnlichkeit mit dem Menschen, als die andern Thiere, ja einige sind wirklich dem Menschen außerordentlich ähnlich. Merken wir uns, daß alle Haarthiere, wie der Mensch, den man selbst als das vollkommenste Haarthier zu

betrachten hat, rothes und warmes Blut besitzen, und daß alle Körpertheile, die äußeren wie die inneren, welche wir beim Menschen kennen gelernt haben, sich bei diesen Thieren ebenfalls nachweisen lassen und auch ganz ebenso benannt werden, wenn gleich sie in ihrer Form wohl mehr oder weniger abweichend und bei fast jeder Thiergattung eigenthümlich gebildet zu sein pflegen. Dergleichen Abweichungen und Eigenthümlichkeiten sind der größeren Unvollkommenheit dieser Geschöpfe ebenso angemessen, als der besonderen Lebensweise, für welche sie, ihrer Bestimmung nach, eingerichtet sind, zweckmäßig entsprechend. Nach dem geringeren oder stärkeren Grade dieser Abweichungen von dem Körperbaue des Menschen, kann man die so mannigfaltigen Gattungen oder Arten von Haarthieren, deren es wenigstens 1400 verschiedene gibt, von denen aber in Europa gegenwärtig nur etwa anderthalb Hunderte lebend angetroffen werden, in eine gewisse stufenweise Abtheilung bringen, wodurch man dieselben leichter übersieht und kennen lernt. Bei einer solchen Abtheilung nennt man jede Gruppe von Thiergattungen, welche ungefähr auf einer gleichen Stufe stehen und ihrer Natur nach in den wichtigsten Eigenthümlichkeiten übereinstimmen, eine Ordnung (ordo), welcher man einen gemeinsamen Namen zu geben pflegt. Mit genauerer Erwägung der gemeinsamen Merkmale, welche nur gewissen Gattungen einer Ordnung zukommen, theilt man letztere wieder in verschiedene Familien (familiæ), Zünfte oder Sippschaften (tribus). Mehre Gattungen endlich, welche sich unter einander mehr gleichen als andere Gattungen derselben Familie, nennt man auch wohl ein Geschlecht (genus). So rechnet man mit den Hunden zu einem Geschlechte den Fuchs und den Wolf u. s. w. Unter einer Gattung oder Art (species) endlich begreifen wir alle diejenigen Thiere, welche durch Abstammung mit einander verwandt sind. Wir betrachten die Ordnungen der Haarthiere nach dem Range, welchen ihnen größere oder geringere Aehnlichkeit mit dem Menschen gibt.

Uebersicht der Haarthiere.

I. Die Haarthiere Europa's, Asiens, Afrika's und Amerika's — Monodelphidæ.

a. Haarthiere mit Händen.

1. Ordnung: Die Affen. (Vierhänder) Quadrumana.

b. Haarthiere mit Flügeln.

2. Ordnung: Die Flatterthiere. Volitantia.

c. Haarthiere mit Krallenpfoten.

3. Ordnung: Die Insektenfresser. Insectivora.
4. Ordnung: Die Fleischfresser. Carnivora.
5. Ordnung: Die Nager. Glires.
6. Ordnung: Die Zahnlücker. Edentata.

d. Haarthiere mit Huffüßen.

7. Ordnung: Die Wiederkäuer. Ruminantia.
8. Ordnung: Die Dickhäuter. Pachydermata.

e. Haarthiere mit Flossenfüßen.

9. Ordnung: Die Meerwunder. Cetacea.

II. Die Haarthiere Australiens — Didelphidæ.

Erste Ordnung.

Die Affen. (Vierhänder) Quadrumana.

Uebersicht.

a. **Eigentliche Affen.** Simiæ. Mit nacktem Gesichte und Plattnägeln an allen Fingern.
   1. Familie. Die Affen der alten Welt (Europa, Asien, Afrika) mit schmalen Nasen (Simiæ catarrhinæ).
   2. Familie. Die Affen der neuen Welt (Amerika) mit breiten Nasen (Simiæ platyrrhinæ).

b. **Halbaffen.** Prosimii. Mit Plattnägeln an einigen Fingern, mit Krallen an den übrigen.
   3. Familie. Die Krallenaffen (Arctopitheci). Gesicht nackt. Krallen an den meisten Fingern.
   4. Familie. Die Lemuren (Lemuridæ). Gesicht behaart. Plattnägel an den meisten Fingern.

Die Affen sind Haarthiere, welche mehr als alle andern Geschöpfe dem Menschen ähneln (Fig. 307), sowohl in körperlicher als in geistiger Beziehung, welche jedoch in letzterer höchstens die Stufe erreichen, auf welcher der Mensch nur in der frühen Kindheitszeit seines Lebens steht, und welche derselbe, zu höherer Vollkommenheit aufsteigend, schnell verläßt. Das einzige allgemeine äußere Kennzeichen, welches die Affen, deren es sehr viele verschiedene Arten gibt, von den Menschen wesentlich unterscheidet, ist die Beschaffenheit ihrer Hinterfüße, an welchen der Daumen ebenfalls, wie an den Händen des Menschen, frei beweglich ist und den übrigen Fingern entgegengesetzt werden kann. Man muß die Hinterfüße der Affen aus diesem Grunde auch Hände nennen, und die Affen sind also vierhändige Thiere. Daher können sie nicht gut auf der Erde gehen, weder auf zwei Beinen, denn da sinken sie bald um, wie Kinder, welche ihre ersten Versuche zum Gehen machen, noch auf vier Beinen, denn bei den meisten sind die Vorderbeine oder Arme viel zu lang. Vielmehr sind diese Thiere angewiesen, auf Bäumen und Felsen zu klettern und umherzuspringen, und dieses thun sie mit bewundernswürdiger Gewandtheit. Ihre Finger sind im Verhältniß zum Daumen sehr lang, besonders an den Hinterhänden, und man sieht wohl, daß dieselben nicht eben zu allerlei Geschicklichkeiten geeignet sind, wie die Hände des Menschen (Fig. 308), sondern nur zum Greifen und zum Halten. — Was die Haut anbetrifft, so sind die Affen allerdings im Allgemeinen auf dem ganzen Körper viel dichter und länger behaart als der Mensch, entbehren dagegen des langen Hauptthaares und Bartes. Allein bei manchen sind die Haare sehr dünn und kurz, viele haben ein fast ganz nacktes glattes Gesicht und eben solche Ohren, und einige haben auf dem Kopfe längeres Haar, als am übrigen Körper, ja selbst eine Art Bart am Halse, auch wohl eine lange Mähne um Kopf, Hals und Rücken. Der Bau der Muskeln und des Skelettes, der Eingeweide und des Gehirnes ist den



Fig. 307.
Der menschenähnlichste Affe: Orangutang (Pithecus satyrus). 1/50 d. nat. Gr.



Fig. 308.
a. Die Hand des Orangutangs.
b. Die Hand eines Menschen.

Verhältnissen, welche wir beim Menschen kennen gelernt haben, sehr ähnlich, freilich nicht bei allen Affen in gleichem Grade. Die Kraft und Gewandtheit der **Muskeln** ist bei diesen Thieren verhältnißmäßig weit größer als beim Menschen; jedoch fehlt ihnen die Stärke der Schenkel- und Wadenmuskeln, welche es uns möglich macht, aufrecht zu stehen. Ihre **Hüften** sind schmal, weßhalb die Affen, wenn sie versuchen, ohne Hülfe einer Stütze auf zwei Beinen zu stehen, leicht seitwärts fallen. Am **Kopfe** liegt die Stirne weit flacher zurück als beim Menschen, so daß die Kiefer schnauzenartig vorragen.



Fig. 309 Der Kahu (Semnopithecus nasica). — 1/20 d. nat. Gr.

Dabei fehlt gerade den menschenähnlichsten Affen die vorspringende Nase; der **Kahu** freilich hat eine sehr ausgezeichnete (Fig. 309). Das Zwischenkieferbein ist stets wenigstens in der Jugend, von den Seitentheilen des Oberkiefers getrennt, wie bei allen Thieren. Die Unterkiefer sind vermöge der Einrichtung ihres Gelenkes einer Seitenbewegung fähig, wie beim Menschen, während diese Fähigkeit fast allen andern Thieren abgeht. Der Unterkiefervorsprung am Kinne (das mentum prominiculum) fehlt dagegen bei den Affen ebenfalls. Der **Schädel**, in dessen engerer Höhle das Gehirn sich **nicht so vollkommen als beim Menschen** zu entwickeln vermag, ist bei vielen Affen nicht glatt und rund, sondern mit eckigen Vorsprüngen versehen, an welch letztere sich sehr starke Muskeln anheften (Fig. 297 und besonders Fig. 298, S. 102). Das Hinterhauptsloch liegt nicht wie bei uns fast unter der Mitte des Schädelgewölbes, so daß der Kopf, bei aufrechter Körperstellung, auf dem Halse im Gleichgewichte getragen würde, sondern mehr nach hinten, so daß der Kopf am bequemsten in halbaufrechter Körperhaltung beim Klettern auf Bäumen getragen wird. Das Hinterende der Rückenwirbelsäule endigt bei wenigen Gattungen so wie beim Menschen innerhalb des Gefäßes; die meisten haben eine größere, oft eine sehr große Zahl von Schwanzwirbeln, nämlich 20 bis 30, welche die feste Stütze für den bei vielen so ausgezeichnet beweglichen und fast wie eine fünfte Hand dienenden Schwanz darbieten. Das Beckengerüst ist gestreckter und schwächer als beim Menschen, die Schlüsselbeine dagegen pflegen stärker zu sein. Der Oberarm erreicht eine beträchtliche Länge und ist auch bei den menschenähnlichsten Affen noch länger im Verhältnisse als beim Menschen. Ebenso sind die Phalangen der Hände, besonders der hinteren, oft außerordentlich lang. Die Nagelglieder haben wie beim Menschen eine platte Form. — Die **Eingeweide** der Affen (Fig. 310) unterscheiden sich nicht wesentlich von denen des Menschen, denn daß bei einigen die Leber in mehre Lappen zertheilt ist, oder der Blinddarm länger ist, bedeutet wenig. Die Thiere nähren sich auch von derselben Nahrung, welche die einzige ist, die der Mensch unzubereitet genießen mag, nämlich von weichen Früchten. Dazu sind auch die Zähne derselben ganz eingerichtet, den unsrigen sehr ähnlich; aber die Eckzähne ragen länger hervor, weßhalb viele Affen sehr bissig sind. Einige verzehren auch wohl kleine Thiere, z. B. junge Vögel, Käfer, Raupen und Ungeziefer, ja es gibt solche, welche fast nur derartige Nahrung genießen mögen. Das Fleisch der Affen wird nur von rohen, ganz oder halb wilden Völkern gegessen, bei denen ja selbst der Mensch ein Gegenstand der Speise wird (Menschenfresser). Das veredelte

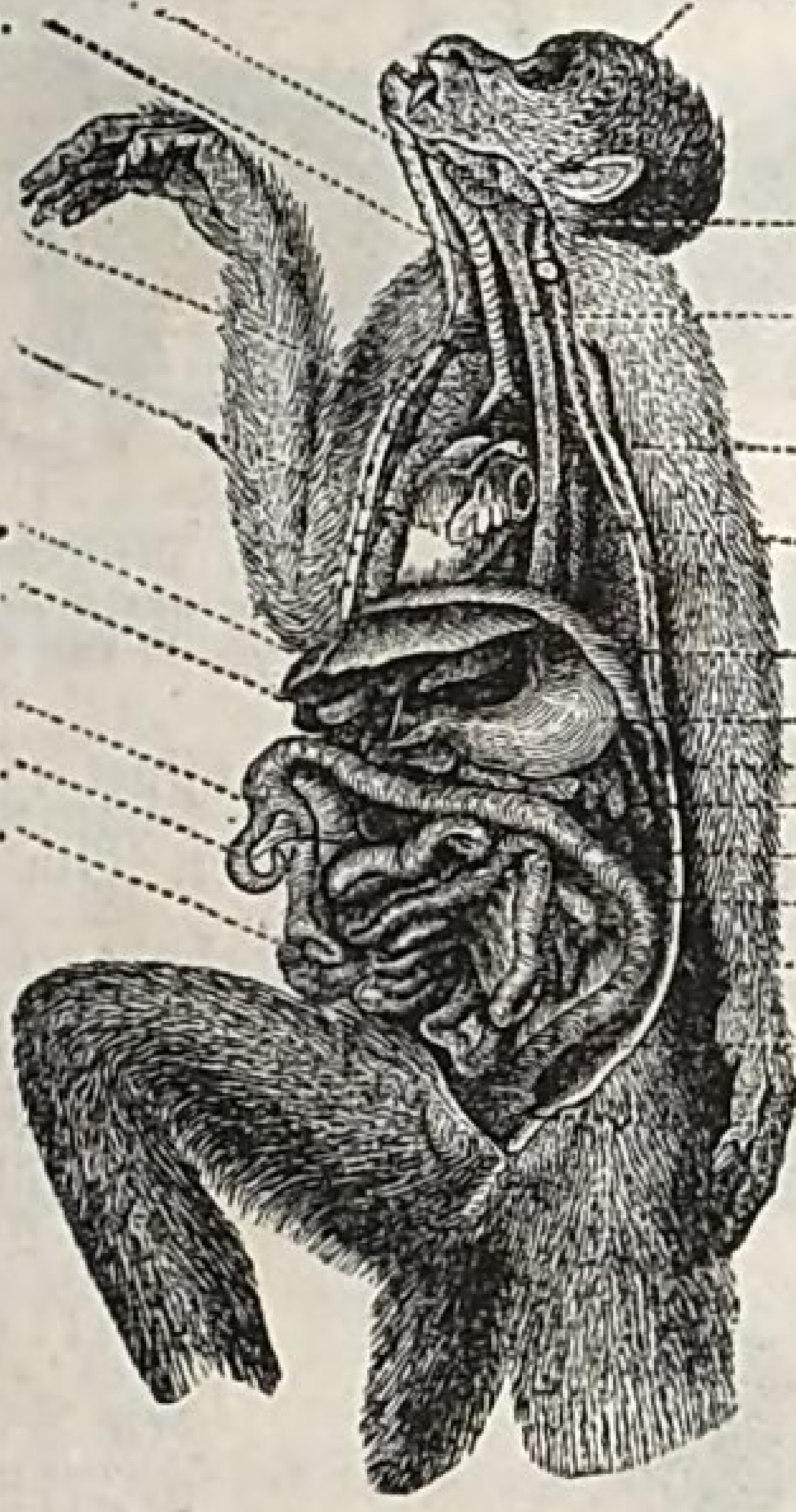


Fig. 310. Eingeweide eines Affen.

Gefühl des gesitteten Menschen wendet sich mit Abscheu von dem Gedanken, ein Geschöpf zum Nahrungsmittel zu machen, welches irgend eine, wenn auch immer nur entfernte und fratzenhafte, oft aber die Empfindung des Mitleids erregende, Aehnlichkeit mit dem Menschen selber besitzt. — Gegen die Angriffe der Raubthiere weiß sich der Affe meistens durch seine List und Gewandtheit zu schützen.

Die Affen leben fast immer auf Bäumen oder Felsen, oft heerdenweise, sind sehr ruhelos und springen und schreien viel, meistens mit den widerlichsten, kreischendsten Stimmen. Nur in wärmeren Ländern trifft man sie an, in Europa nur eine kleine Art auf dem spanischen Vorgebirge Gibraltar. So bedürfen diese Thiere keiner Wohnungen, sondern das Laubdach des Waldes genügt ihnen. Einige machen sich von zusammengebogenen Zweigen Schlafstellen oder auch ordentliche Nester auf den Bäumen. Sie bekommen lebendige Junge, welche sie sehr zärtlich pflegen und mit sich herumtragen, so lange sie dieselben säugen; in der Regel haben sie nur eins zur Zeit. — Durch Nachahmungssucht, Klugheit, Possirlichkeit und Grimassen, zeichnen sich die Affen aus. Einige lassen sich zu mancherlei Verrichtungen gewöhnen; sprechen lernen sie aber keineswegs.

Die **Affen der alten Welt** (Afrika's, Asiens, Australiens), zu denen der **Schimpanse** in Afrika, der **Orangutang** oder Waldmensch in Asien auf der Insel Borneo (Fig. 307), die **Makaken** (Fig. 311), die **Paviane** (Fig. 312) und der **Kahu** (Fig. 309), nebst manchen andern sogenannten **Meerkatzen**arten, sowie auch die **Gibbons** oder langarmigen Affen gehören, haben die meiste Aehnlichkeit mit dem Menschen. Sie haben genau eben so viele Zähne von jeder Art als letzterer, nämlich Schneidezähne $\frac{4}{4}$, Eckzähne $\frac{1\ 1}{1\ 1}$ und Backenzähne $\frac{5\ 5}{5\ 5}$. Ihre Fingerspitzen, die hinteren ebensowohl als die vorderen, sind mit platten, abgerundeten Nägeln bedeckt, wie bei uns. Ihre Augen sind nach vorn gerichtet; die Nasenlöcher



Fig. 311. Der Makake von Java (Inuus cynomolgus). 1/15 d. nat. Gr.



Fig. 312. Der Bärenpavian (Cynocephalus ursinus). 1/50 d. nat. Gr.

stehen nahe beisammen und sind nach unten geöffnet (schmalnasige Affen; Simiæ catarrhinæ); die Ohren unbehaart und abgerundet. Am Gesäße haben die meisten Gattungen nackte Schwielen; viele besitzen ausdehnbares Backenfleisch, so daß sie darin, wie in Taschen des Mundes (Backentaschen), die Nahrung forttragen können. Sie sind sehr wild und im Alter böse. Einige sind ungeschwänzt.



Fig. 313.
a Der Brüllaffe (Mycetes seniculus) — 1/30 d. nat. Gr.
b Der Zottelaffe (Pithecia irrorata). — 1/20 d. nat. Gr.

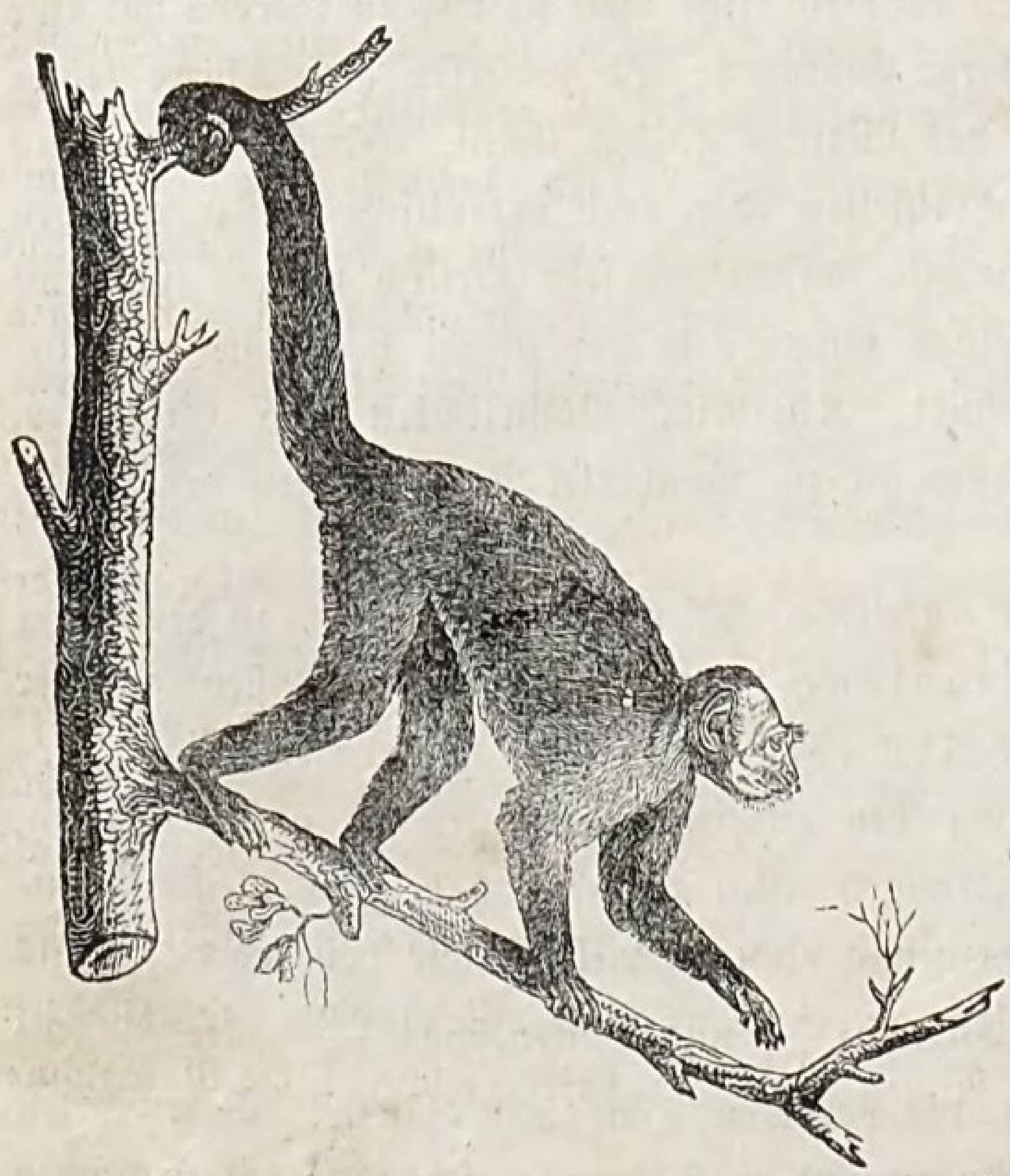


Fig. 314. Der Rollschwanzaffe (Cebus apella). — 1/8 d. nat. Gr.

Die Affen der neuen Welt (Amerika's), unter denen wir den Brüllaffen (Fig. 313, a), Rollschwanzaffen (Fig. 314), Zottelaffen (Fig. 313, b) nennen, haben (mit Ausnahme der Seidenäffchen) $\frac{6\ 6}{6\ 6}$ Backenzähne, etwas gebogene Nägel (Rinnen- oder Kuppennägel), seitwärts gerichtete Augen, eine breitere Nasenscheidewand (breitnasige Affen, Simiæ platyrrhinæ) und seitwärts geöffnete Nasenlöcher, nackte, abgerundete Ohren, nie Backentaschen, nie Gesäßschwielen, oft pfotenähnliche Vorderhände (der Daumen minder frei beweglich). Stets haben sie einen langen Schwanz, der oft so muskulös ist, daß sie ihn umrollen und zum Halten und Greifen benützen können (Rollschwanz, Greifschwanz). Sie sind friedliebender als die Affen der alten Welt. Der Brüllaffe hat in der Kehle an der Zungenwurzel eine hohle knöcherne Blase, welche, wenn er schreit, seinen Ton furchtbar verstärkt. Manche dieser Affen, welche schaarenweise leben, pflegen von Zeit zu Zeit ihren Aufent-

haltsort zu verändern, sobald sie anfangen Nahrungsmangel an dem bisherigen Orte zu verspüren. Die Mütter tragen dabei die Jungen auf den Armen fort, und die ganze Schaar scheint durch lautes Lärmen ihre Freude auszudrücken, indem sie abziehen.

Die **Halbaffen** haben zwischen den vier oberen, paarweise stehenden Schneidezähnen eine Lücke und unten zwei, vier oder sechs schräg vorwärts gerichtete Schneidezähne. Ihre hinteren Backenzähne haben spitze Höcker, damit diese Thiere Käfer und andere Insekten, welche sie fast ausschließlich fressen, gut zerquetschen und zerbeißen können. Sie haben vorn kürzere Hände als hinten; die Krallenaffen oder Uistitis (Fig. 315) sind an den meisten Fingern mit Krallen bewaffnet und tragen nur an den Daumen Plattnägel. Anders ist es bei den Lemuren, zu welchen die Mongus (Fig. 316), Katzenmakis (Fig. 317, b), Loris (a) und Koboldäffchen (c) gehören; diese



Fig. 315 Der Uistiti (Hapale vulgaris). — 1/6 d. nat Gr.

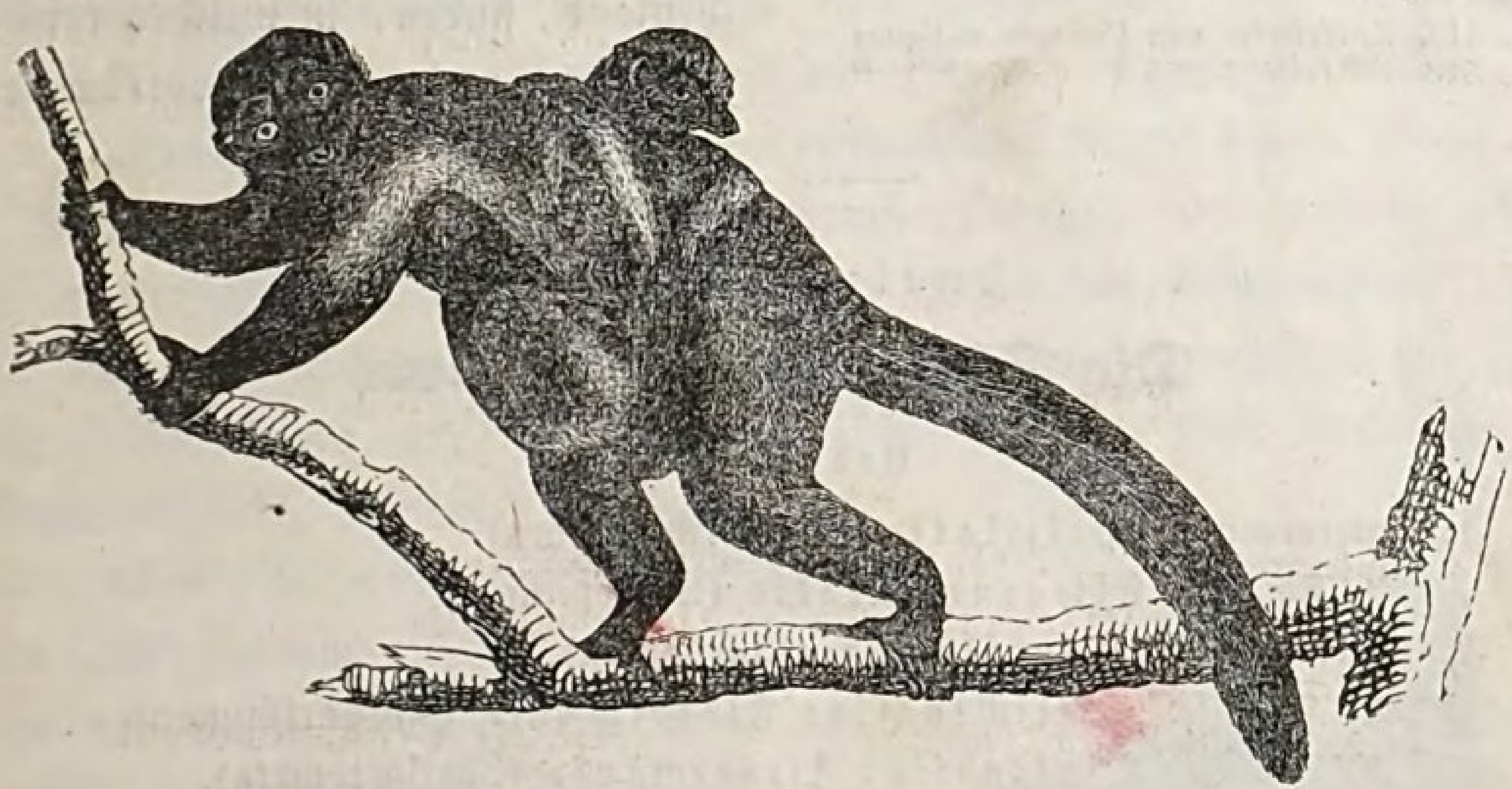


Fig. 316. Der Mongus mit weißer Stirne (Lemur albifrons).

besitzen Kuppennägel, wie die Affen der neuen Welt, und haben nur an den Zeigefingern der Hinterhände krumme spitzige Krallen. Merkwürdig ist eine Abweichung von den Menschen und den eigentlichen Affen in der Bildung des Unterkieferbeines, dessen beide Seitenhälften bei den Halbaffen in der Mittellinie am Kinne getrennt sind, wie bei den meisten niedrigeren Haarthieren. — Die Augen der Halbaffen sind groß, aber gegen das Licht sehr empfindlich, weßhalb diese Thiere die Sonne scheuen und nur in der Dämmerung recht munter sind, bei welcher sie auch ihre Nahrung

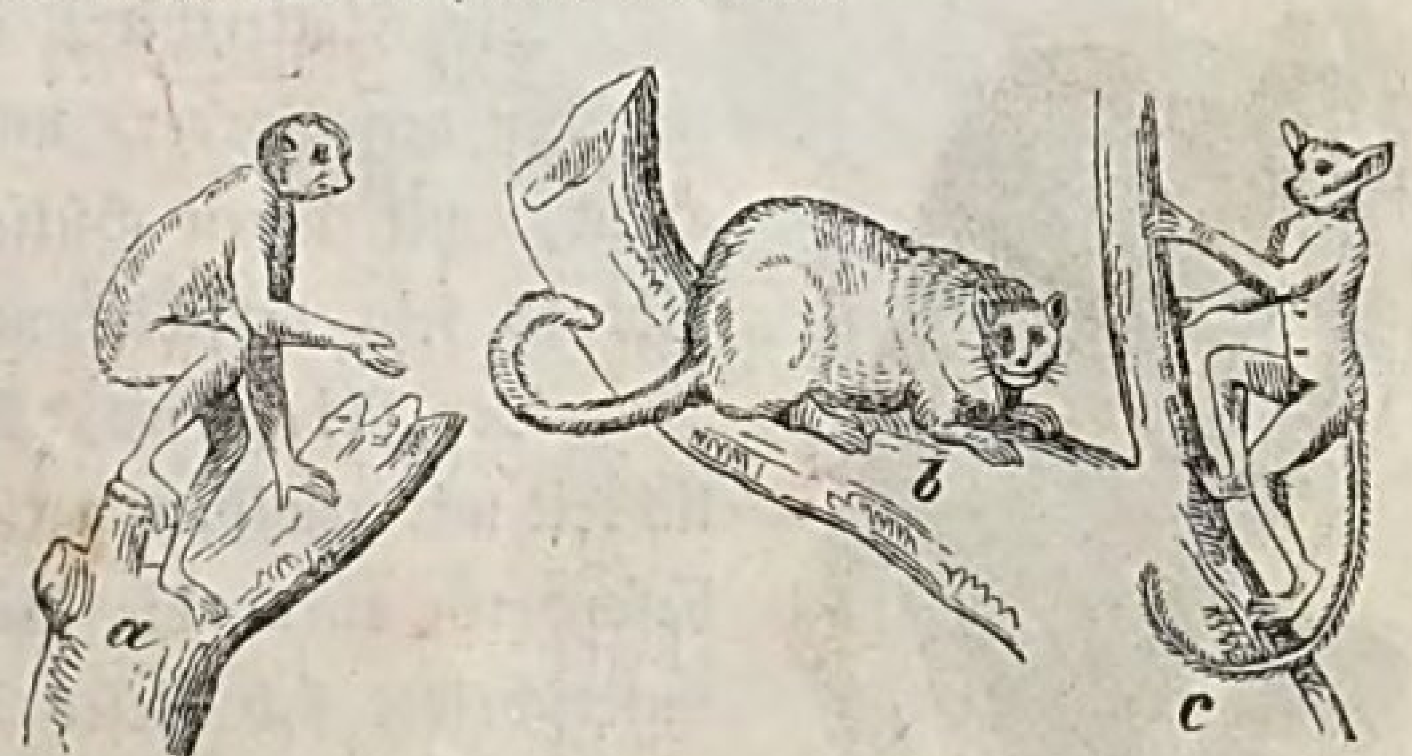
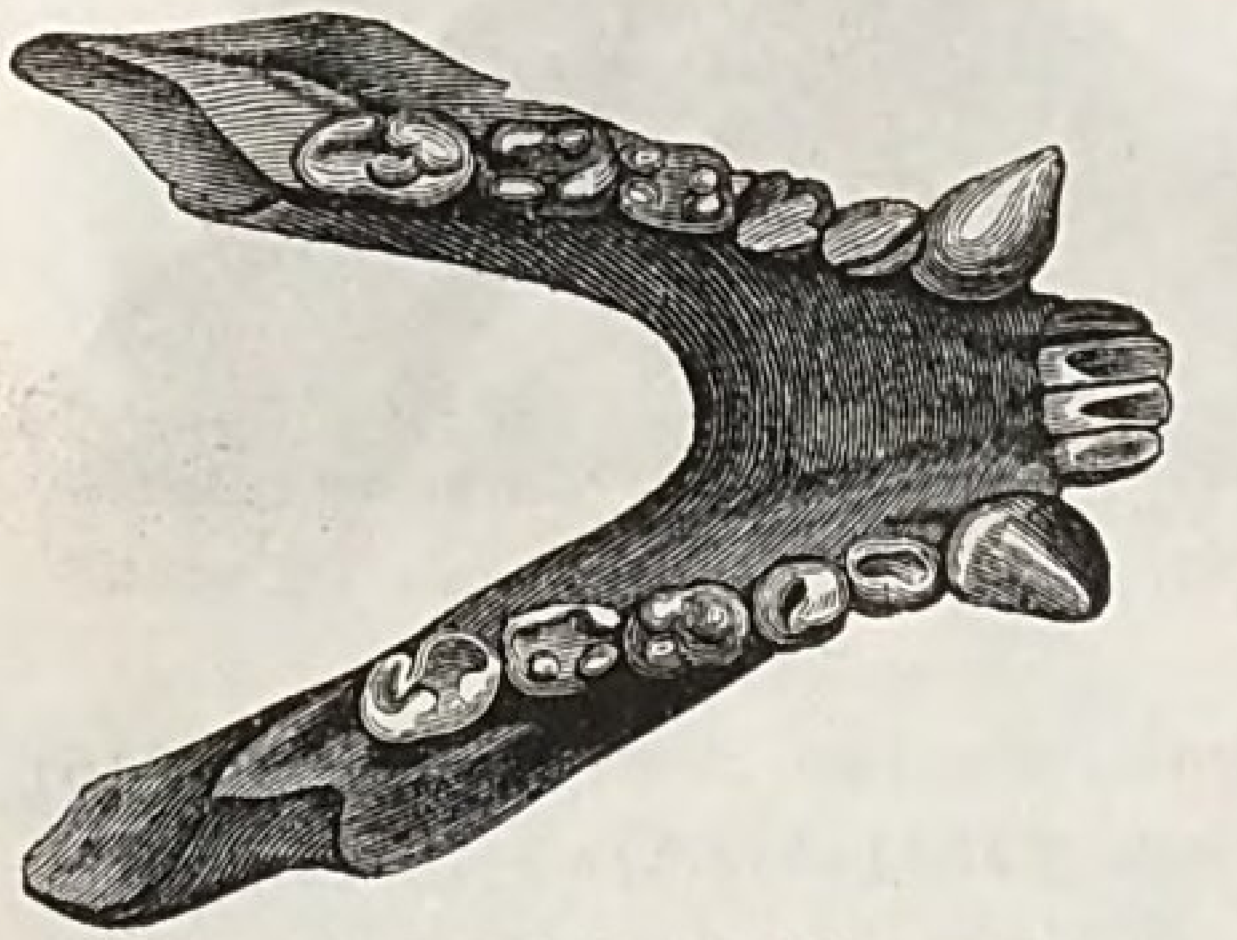


Fig. 317.
a Der Lori (Stenops gracilis). — 1/10 d. nat. Gr.
b Der Katzenmaki (Chirogaleus Milii). — 1/15 d. nat Gr.
c Das Koboldäffchen (Tarsius spectrum). — 1/6 d. nat. Gr.

am leichtesten finden, da die Insekten größtentheils um jene Zeit ebenfalls ihre Schlupfwinkel verlassen. Einige haben nackte, andere behaarte, aber oft spitzige und lange Ohren. Das Koboldäffchen hat vor den Ohren eine Hautklappe. Einige sind geschwänzt, andere nicht. Sie wohnen in den wärmsten Gegenden der alten Welt und geben meistens einen feinen und dichten Pelz.

Die Affen, als die dem Menschen ähnlichsten Thiere, sind auch nächst ihm die jüngsterschaffenen auf Erden. Zwar findet man Ueberreste von ihnen in etwas tieferen und älteren Schichten des Bodens, in denen noch keine Spur von Menschengebeinen getroffen wird, aber auch nur in der mitteltertiären Miocenformation (Fig. 318) einzeln, und erst in der neutertiären Pliocenformation häufiger. Merkwürdig ist es, daß in den Perioden der Bildung jener Schichten die Affen eine weitere Verbreitung hatten, als heutigen Tages, indem sich Spuren von solchen in mehren Ländern Europa's, z. B. in England, Frankreich, Deutschland und Griechenland, finden, in welchen solche Thiere jetzt nicht mehr lebend vorkommen.


Fig. 318. Unterkiefer von Pithecus antiquus.

Zweite Ordnung.

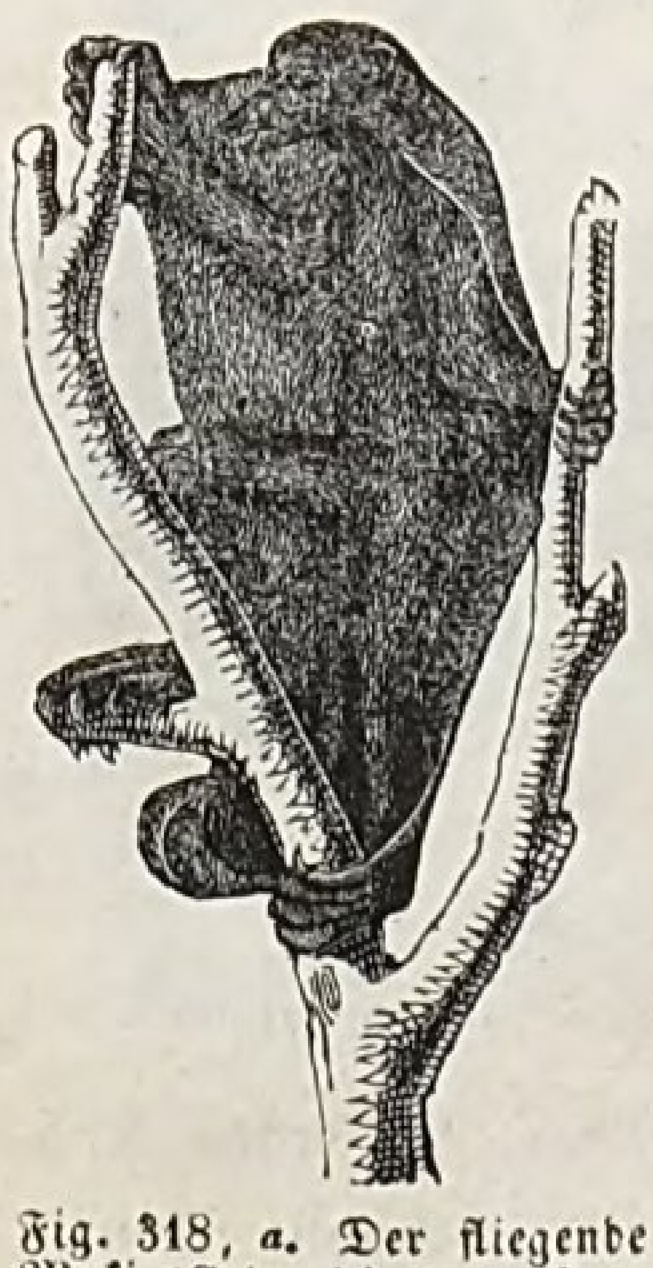
Die Flatterthiere. Volitantia.

Uebersicht.

1. Unterordnung. Pelzflatterer (Dermatoptera).
 1. Familie. Fliegende Makis (Galeopitheci).
2. Unterordnung. Handflügler (Chiroptera).
 2. Familie. Schlichtnasige Fledermäuse (Vespertilionea).
 3. Familie. Blattnasige Fledermäuse (Phyllostomata).

Die Flatterthiere haben zwischen den Fingern, sowie zwischen den Vorder- und Hintergliedmaßen eine ausgedehnte Haut, mit deren Hülfe sie flattern können. Im Uebrigen gibt es sehr verschiedene Flatterthiere.

Der fliegende Maki (Fig. 318, a) hat große Aehnlichkeit mit gewissen Halbaffen, welche Maki's genannt werden, besonders durch die Beschaffenheit seines Gebisses. Jedoch unterscheidet sich dieses Thier von den Affen bedeutend durch die Haut, welche zwischen den Fingern seiner Hände und zwischen den Hinter- und Vordergliedmaßen ausgespannt ist. Diese auf beiden Seiten ganz wie das übrige Fell des Thieres behaarte Haut bildet eine Art von Fallschirm, mit dessen Hülfe dasselbe von Zweig zu Zweige wohl hundert Schritte weite flatternde Sprünge machen kann. Weil die Flughaut


Fig. 318, a. Der fliegende Maki (Galeopithecus rufus). 1/8 d. nat. Gr.

der fliegenden Makis mit Haaren bedeckt ist, so nennt man dieselben auch Pelzflatterer (Dermatoptera). Sie leben nur auf den hinterindischen Inseln und nähren sich, wie die Halbaffen, theils von Früchten, theils von Insekten.

Die Fledermäuse (Fig. 319) heißen auch wohl Handflügler (Chiroptera), weil ihnen die Hand vermöge besonderer Einrichtung als Flügel dient. Mit Ausnahme des Daumens, dessen Kürze in dem richtigen Verhältnisse zur Größe des Thieres steht, sind die Glieder der Mittelhand und der Finger außerordentlich lang und durch eine zarte nackte Haut, die Flughaut, so mit einander verbunden, wie die Stäbe eines Schirmes durch das ausgespannte Tuch. Diese Flughaut erstreckt sich auch noch von dem äußersten Finger jeder Seite zu den Hintergliedmaßen, deren kurze Füße jedoch frei bleiben, ja bei einigen Arten von Fledermäusen sind selbst die Hinterbeine und der Schwanz durch die Flughaut verbunden, so daß solche Thiere mit alleiniger Ausnahme des Kopfes und Halses ganz von einem Schirme umspannt sind. Es gibt andere Fledermäuse mit kurzem, freiem Schwanze, sowie auch ganz ungeschwänzte. — Die Finger der Flughände tragen keinen Nagel, nur der kleine Daumen ist mit einer krummen Kralle versehen und dasselbe zeigt sich bei den Zehen der Hinterfüßchen. Diese Krallen dienen den Handflüglern, um zu klettern und um sich anzuhängen. Uebrigens sind diese Thiere, welche kaum kriechen können (Fig. 320), ganz auf das Fliegen angewiesen. — Von derselben nackthäutigen Beschaffenheit, wie die Flughaut, sind auch die Ohren. Am Kopfe und Rumpfe dagegen sind alle Fledermäuse fein und dicht behaart und die Haare besitzen, wie man mit Hülfe eines Vergrößerungsglases wahrnimmt, bei den gemeinen Arten dornenartige, bei den sogenannten Vampiren spitzige, Federnbärtchen ähnliche, Seitenverzierungen.

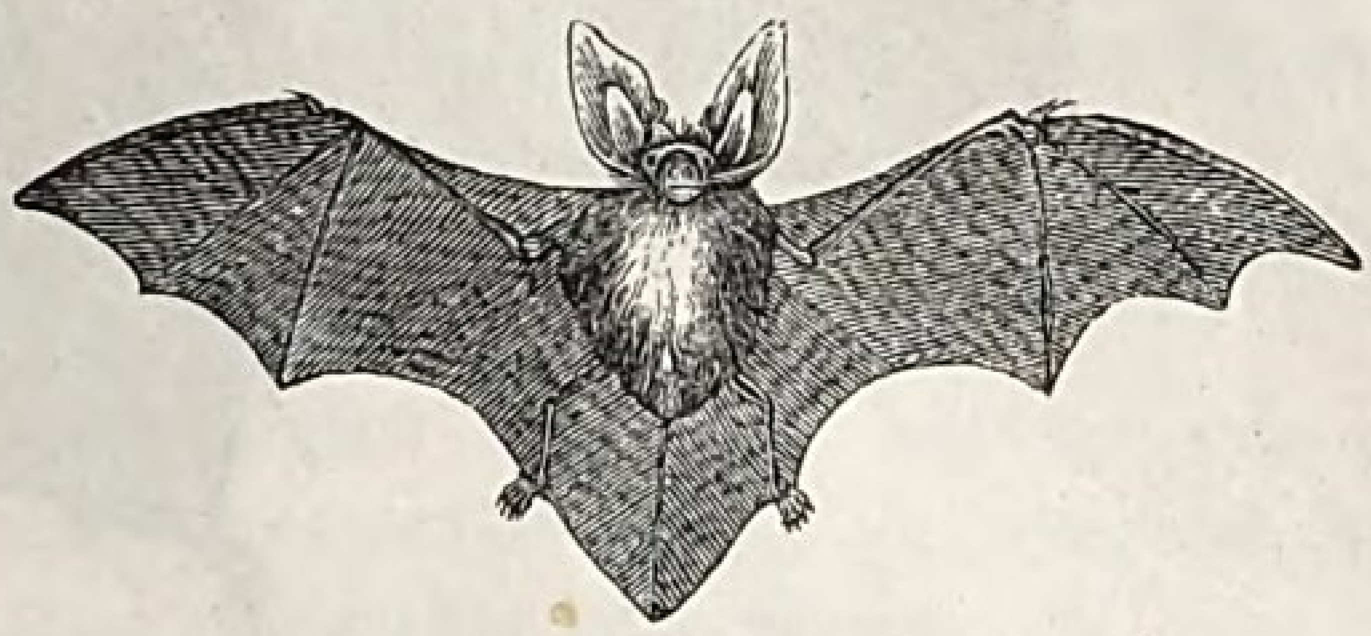


Fig. 319. Die langohrige Fledermaus (Vespertilio auritus). ⅓ d. nat. Gr.



Fig. 320. Die langohrige Fledermaus kriechend.

Die Muskeln der Handflügler lassen nicht minder bedeutende Unterschiede gegen die der Affen wahrnehmen, als die Einrichtung der Bewegungswerkzeuge. Vorzugsweise stark entwickelt sind die Brustmuskeln, sowie die Muskeln der Schultern, sehr gering dagegen die Muskeln der Hintergliedmaßen. Die Gesichtsmuskeln, welche bei den Affen noch zu mancherlei Grimassen fähig sind, entbehren dieser Beweglichkeit bei den Fledermäusen in höherem Grade.

Auch der Bau des Skelettes ist in allen seinen Verhältnissen außerordentlich von dem des Menschen abweichend, obgleich alle einzelnen Knochen ganz in entsprechender Lage sich nachweisen lassen (Fig. 321). Die Unterkieferäste verwachsen zwar frühzeitig mit einander; dagegen hat der Zwischenkiefer bei den Fledermäusen



Fig. 321. Skelett einer Fledermaus.*

* *ph* Fingerglieder. — *mo* Mittelhand. — *po* Daumen — *ca* Handwurzel — *cu* Spindel. — *h* Oberarm. — *cl* Schlüsselbein. — *f* Oberschenkelbein. — *ti* Schienbein. — *o* Schulterblatt.

nicht selten eine Lücke gerade in der Mittellinie. Merkwürdiger Weise ist das Vorhandensein einer ähnlichen Lücke bei gewissen Menschen die Ursache einer verunstaltenden Mißbildung, welche man im gemeinen Leben als „Wolfsrachen" zu bezeichnen pflegt. Während bei den Affen, wie bei den Menschen, zwischen der Augenhöhle und der Schläfengrube sich eine vollständige Knochenscheidewand befindet und die vollkommene Vorwärtsrichtung der Augen bewirkt, ist diese Scheidung bei den Handflüglern nicht vorhanden, wodurch dieselben mit allen niedrigeren Thieren, deren Bau sich von dem des Menschen mehr und mehr entfernt, übereinstimmen. — Die Hals- und Rückenwirbel haben sehr geringe oder auch gar keine Dornfortsätze; das Kreuzbein wird von neun Wirbeln gebildet und ist nicht eingebogen, sondern ganz gerade. Die Rippen sind bis zum Brustbeine verknöchert; das letztere ist verhältnißmäßig breit und stark und trägt eine vorspringende Leiste, an welche sich die starken Brustmuskeln, deren Ausbildung zum Fluge so wichtig ist, anheften. Sehr groß und stark gebogen sind die Schlüsselbeine, welche zur Befestigung des Schultergelenkes dienen. Der Oberarmknochen ist sehr lang, ebenso der Unterarmknochen, welcher der Spindel des Menschen entspricht, während von der Elle kaum eine Spur vorhanden ist. Eine merkwürdige Ausdehnung besitzen die Knochen der Mittelhand, neben welchen aus der Handwurzel der kleine Daumen entspringt, und die Phalangen der Finger. Das Nagelglied des Daumens ist schmal und hakenförmig verlängert, um den Krallnagel zu tragen, dessen die übrigen Finger entbehren. — Das Beckengerüst ist bei den Handflüglern sehr länglich und schmal, und die Sitz- und Schoßbeine desselben schließen sich bei manchen Arten nicht am Bauche zu einem Unterleibsbogen zusammen, sondern erinnern durch ihre Trennung an die Einrichtung, welche wir bei den Vögeln kennen lernen werden. — Der Oberschenkelknochen ist kürzer als der Oberarm, auch kürzer als der Unterschenkel, welcher letztere nur eine Schiene, von der Spange oder Fessel dagegen nur eine unbedeutende Spur am unteren Ende dieses Gliedes, besitzt. Die Füße der Hintergliedmaßen sind ganz kurz und tragen vier gleiche, schmale, mit Krallen bewaffnete Zehen.

Die Eingeweide der Handflügler sind von denen der Affen, besonders der Halbaffen, nicht wesentlich verschieden gebildet. Auch theilen diese Thiere mit den

letztgenannten ihre Nahrung, indem die einen vorzugsweise Früchte, die andern vorzugsweise Insekten zu fressen pflegen. Erstere haben stumpfhöckerige, letztere spitzhöckerige Backenzähne, alle aber vier bis sechs sehr schmale Schneidezähne und lang vorragende, spitzige Eckzähne $\left(\frac{1\ 1}{1\ 1}\right)$.

Feine Drüsen, welche fettiges Oel ausschwitzen, sichern die Flug- und Ohrhäute der Handflügler gegen Nässe. Die Beutelfledermaus zeichnet sich durch zwei bedeutende Drüsensäckchen an den Ellenbogen aus.

Die Stimme der Flatterthiere ist sehr unbedeutend, ächzend, pfeifend oder kreischend.

Das Gehirn derselben ist sehr einfach und wenig gefaltet, eine Beschaffenheit, welche wenige höhere Fähigkeiten verräth, deren wir denn auch wirklich bei den Handflüglern, außer ihren unbewußten Naturtrieben und außer den Sinnen, fast gar keine finden. Auch von den Sinnen ist vorzugsweise nur das Gehör und der Tastsinn fein ausgebildet. Die Augen dieser Thiere sind lichtscheu und blöde. Die Ohren sind bei einigen Arten ungeheuer groß und der, beim Menschen so geringe Ohrdeckel, ist hier zu einer sehr bedeutenden Hautklappe ausgebildet. Die Häute der Ohren und der Flughände sind so feinfühlend, daß die Fledermäuse durch den Anstoß der Luft im Fliegen jeden Gegenstand wahrnehmen, welchem sie sich nähern; selbst geblendet stoßen sie sich nie an ausgespannten Fäden, mit welchen man, um den Tastsinn dieser Thiere zu erforschen, ein Zimmer in allen Richtungen durchzieht. Manche haben für den Tastsinn noch besondere Vorrichtungen auf der Nase, nämlich theils blattartige Hautaufsätze (Blattnasen), wie der Blattzüngler (Fig. 322, a), theils halbkreisförmige Hautsäume um eine Furche, welche, wie der Eindruck von einem kleinen Hufeisen gestaltet, die Nasenlöcher umgibt, zwischen denen außerdem ein Hautzipfelchen hervorzuragen pflegt (Hufeisennasen, Fig. 322, b). — Die Zunge, das Geschmackswerkzeug, ist bei den meisten Handflüglern sehr klein; doch gibt es andere Arten, welche mit einer langen Zunge versehen sind. Diese letzteren, auch Vampire genannt (Fig. 322, a), besitzen außerdem wulstig verdickte Lippen und sind durch diese Einrichtung fähig, zu saugen, wodurch sie sich das Blut schlafender Thiere und selbst Menschen zu verschaffen wissen. Bei uns gibt es keine Vampire, sondern nur ganz unschädliche, oder vielmehr durch die außerordentliche Menge von Ungeziefer, welche sie verzehren, für den Menschen höchst wohlthätige Fledermäuse. Zufolge ihrer Nahrung vermögen die Handflügler in ganz kalten Ländern nicht zu leben. In gemäßigt warmen Gegenden finden sich auch nur kleine Arten, deren Flügel ausgespannt kaum über einen halben Fuß messen. Diese versinken in der kälteren Hälfte des Jahres in eine vollkommene Erstarrung und Betäubung, welche man den Winterschlaf nennt. In diesem Zustande athmen und verdauen die Thiere

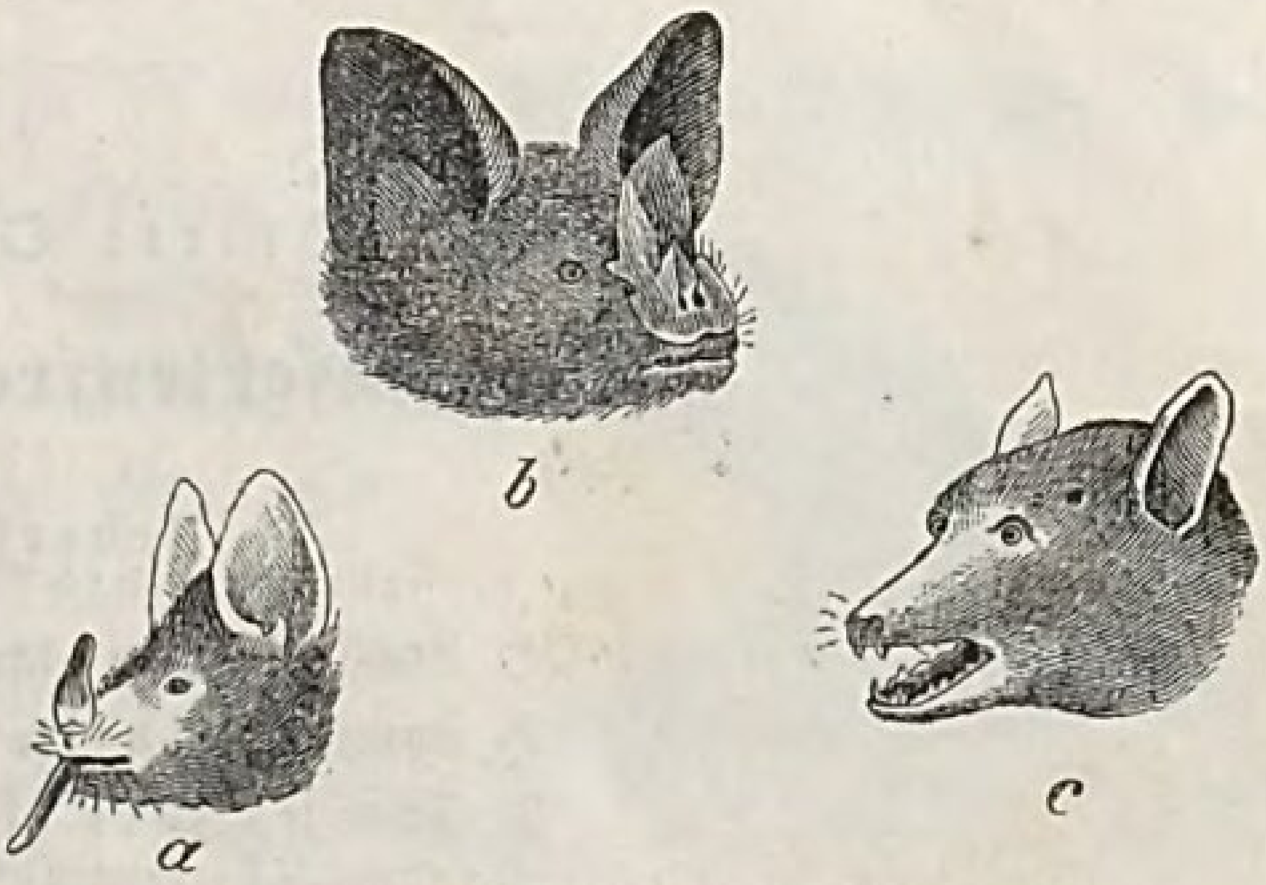


Fig. 322. Köpfe verschiedener Fledermäuse.

a Der Blattzüngler (Glossophaga amplexicaudata). – nat. Gr.
b Die Hufeisennase (Rhinolophus hipposideros) — nat. Gr.
c Der fliegende Hund (Pteropus hottentottus). – 1/12 d. nat. Gr.

fast gar nicht, und ihr Blut bewegt sich nur ganz unmerklich. Erst mit der Wiederkehr der Wärme im Frühlinge kehrt die frühere Beweglichkeit und Munterkeit wieder zurück. Nur durch diese höchst weise Anordnung ist es möglich, daß Thiere, welche auf eine Nahrung angewiesen sind, die sich im Winter nicht findet (wie Insekten), in Ländern existiren, welche nicht immer gleichmäßiger Wärme sich erfreuen. In den heißen Gegenden der Erde leben die mannigfaltigsten und größten Handflüglerarten. Der sogenannte fliegende Hund, dessen Kopf fast ganz dem eines Hundes gleicht (Fig. 322, c), mißt mit ausgespannten Flughänden fünf Fuß.

Die Handflügler sind sämmtlich nächtliche Thiere, welche am Tage in dunkeln Mauer- oder Felshöhlen eine Zuflucht vor dem Sonnenlichte suchen. Sie hangen während der Ruhe, und ebenso im Winterschlafe, an den Hinterfüßen, seltener an den Daumen der Flughände. — Die Behaarung aller dieser Thiere ist düster, wie die Nacht selber, grau, schwarz oder braun, selten weiß.

Von denjenigen Arten, welche hauptsächlich Pflanzennahrung fressen, werden die größeren gegessen und man schätzt z. B. die fliegenden Hunde im südöstlichen Asien als Leckerbraten. Nächtlichen Raubvögeln und vierfüßigen Raubthieren werden die kleineren Arten nicht selten zur Beute, daher vermehren sie sich nicht leicht zu sehr, zumal da sie, wie die Affen, zur Zeit nur ein Junges oder deren zwei zur Welt bringen. Sie säugen dieselben an Zitzen, welche an der Brust stehen; auch behauptet man, daß sie die Jungen überall, selbst im Fluge, mit sich herumtragen.

Die Flatterthiere sind in der Schöpfung, in welcher sie eine niedere Stufe der Vollkommenheit darstellen, als die Affen, auch älter, als diese. Schon in den alttertiären (eocenen) Schichten des Bodens finden sich Ueberreste von derartigen Geschöpfen.

Dritte Ordnung.

Die Insektenfresser. Insectivora.

Uebersicht:

1. Familie. Spitzmäuse (Soricina).
2. Familie. Mullwürfe (Talpina).
3. Familie. Igel (Erinaceina).

Mit den insektenfressenden Flatterthieren haben in vieler Beziehung Aehnlichkeit die Spitzmäuse, die Mullwürfe und Igel, sowie alle diesen ähnlichen Thiere, welche wegen der ungeheuren Menge von Insekten, die ihnen zur Nahrung dienen, insektenfressende Raubthiere oder schlechthin Insektenfresser genannt werden. Es sind kleine, aber im Haushalte der Natur sehr wichtige und merkwürdige Thierchen, deren Zahnbau mit dem der Fledermäuse fast ganz übereinstimmt; denn sie besitzen, wie jene, kleine schmale Schneidezähne, spitzige Eckzähne und spitzhöckerige Backenzähne. Zwei von den Schneidezähnen ragen länger hervor, als die übrigen. Die Insektenfresser haben aber nicht Hände oder Flatterschwingen an den Vordergliedmaßen, sondern die Arme tragen Füße, welche denen der Hintergliedmaßen sehr ähnlich sind. Diese Thiere sind also wirklich vierfüßig, wie die meisten Haar-

thiere, welche wir später zu betrachten haben. Man nennt bei solchen Thieren die Arme auch gewöhnlich Vorderbeine. — Alle Zehen der Insektenfresser an Vorder- und Hinterfüßen sind mit scharfen, krummen Krallen bewaffnet. Die Fußsohlen und die Schnauzenspitze sind die einzigen unbehaarten Theile des Körpers.

Im Einklange mit dem Zahnbau sind auch die Eingeweide dieser Thiere denen der Flatterthiere ähnlich, nur fehlt ihnen der Blinddarm völlig und der Dünndarm ist sehr kurz, alles dieses damit die Nahrung rascher durch den Körper gehe und diese Thiere desto gefräßiger seien. Durch ihre Gefräßigkeit sind die Insektenfresser sehr nützlich und um so wichtigere Vertilger der Insekten, als sie diese schon in ihrem unentwickelten Zustande als Larven (Puppen, Maden, Engerlinge) vernichten. Auch unglaublich viele Würmer werden von ihnen vertilgt. Die Insektenfresser sind ihrer Nahrung wegen in der Dämmerung der Nachtzeit munter und im Winter zur todesähnlichen Schlafruhe gezwungen. Nur den Mullwurf werden wir in dieser Beziehung als Ausnahme kennen lernen.

Das Gehirn dieser Thiere ist eben so wenig entwickelt, als das der Fledermäuse; es ist wenig reich an Faltungen und so gering an Masse, daß die großen Halbkugeln das kleine Gehirn nicht bedecken. Daher besitzen die Insektenfresser nur einen schwachen Grad höherer Fähigkeiten, selbst die Sinne sind nicht ausgezeichnet, bis auf den Geruch. Diesem dient auch noch die rüsselartige Verlängerung der Schnauze. Von den Flatterthieren, sowie den Affen, unterscheiden sie sich auch noch dadurch, daß die Zitzen, an denen sie ihre Jungen säugen, nicht an der Brust, sondern am Bauche stehen und stets mehr als zwei sind, indem sie auch mehre Junge zur Welt zu bringen pflegen. In allem Uebrigen zeigen die Insektenfresser unter sich vielerlei Verschiedenheiten.

Die Spitzmäuse (Fig. 323), deren es viele verschiedene Arten gibt, sind von allen Thieren, welche lebendige Junge gebären, die kleinsten, zumal die Zwergspitzmaus, welche nur zwei Zoll lang wird. Man darf sie ja nicht mit den eigentlichen Mäusen vergleichen. Sie haben einen feinhaarigen Pelz, aber in demselben an den Seiten einzelne Borstenhaare und am Grunde derselben kleine Drüsen, in denen sich eine ölige, bisamartige Feuchtigkeit aussondert. Ihren Namen haben sie von ihrem spitzen Rüssel, welchen lange Spürhaare umgeben. Sie wohnen in Erdlöchern und sind nur bei Nacht geschäftig, ihre Nahrung zu suchen, und vertilgen, zum Nutzen unserer Gefilde, zahllose Insektenlarven und Würmer. Die Wasserspitzmaus wohnt in Uferlöchern, schwimmt gut und ohne naß zu werden, da ihr Haar ölig ist und stellt dem Froschlaiche und Fischrogen nach. Mit den Mäusen haben die Spitzmäuse die Kleinheit und die Gewohnheit, mit erhobenen Vorderfüßchen auf den Hinterbeinen zu sitzen, gemeinsam; in letzterer Stellung spüren sie mit dem Rüssel umher. Ihre Stimme ist pfeifend.



Fig. 323. Die gemeine Spitzmaus (Sorex vulgaris). — $^2/_3$ d nat. Gr.

Die Mullwürfe (Fig. 324), deren es auch zahlreiche verschiedene Arten gibt, haben einen Bau, welcher sie ganz dazu geeignet macht, die Erde zu durchwühlen. Ihre Arme sind außerordentlich kurz und stecken ganz mit unter dem Felle des

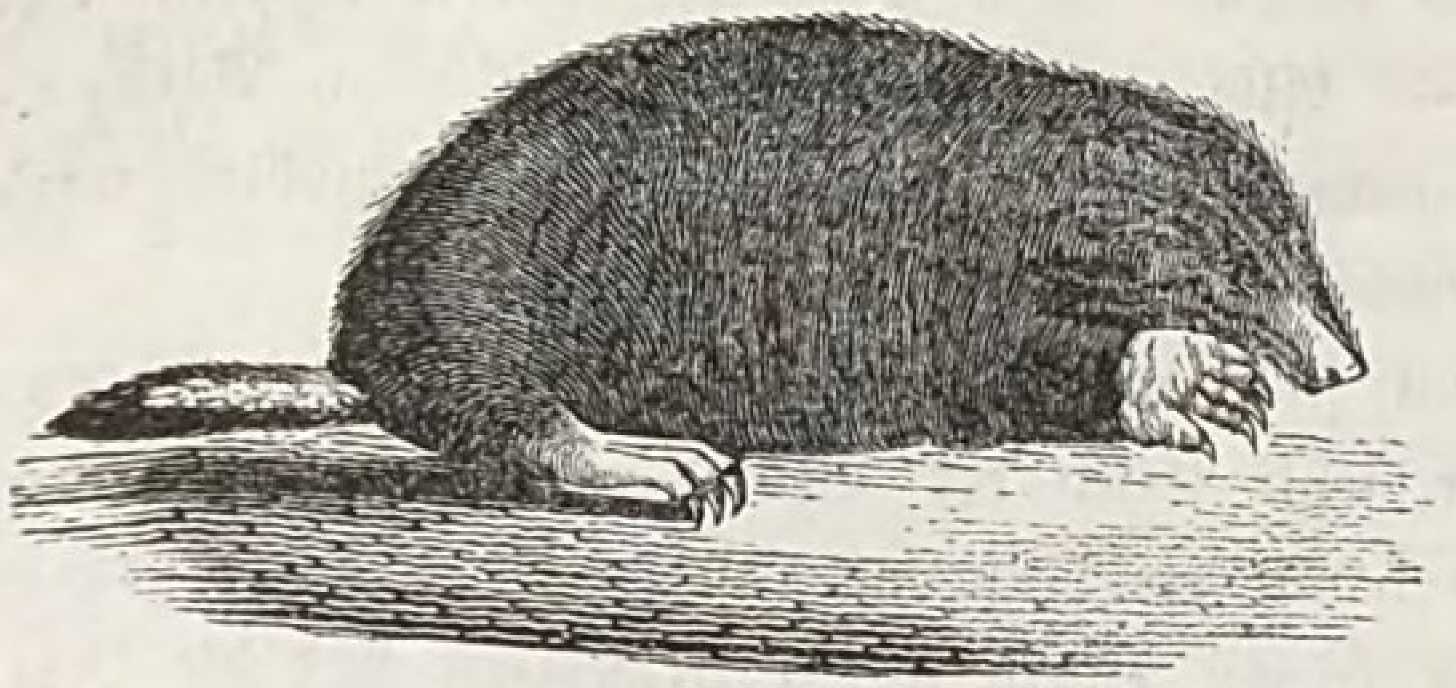


Fig. 324. Der gemeine Mullwurf (Talpa europaea). — 1/3 d. nat. Gr.

Rumpfes, auch sind die Knochen derselben so eigenthümlich zum Zwecke des Grabens gestaltet, daß sie fast nicht Aehnlichkeit haben mit den gleichen Knochen anderer Thiere: das Schulterblatt lang und stabförmig; der Oberarm ganz kurz und fast ebenso breit mit starken Fortsätzen versehen, welche zum Ansatze kräftiger Muskeln dienen (Fig. 325). Das Schlüsselbein ist ganz kurz, fast viereckig und mit einer Gelenkgrube für den Oberarmknochen versehen. Welch ein Unterschied zumal gegen die Arme der Fledermäuse und Affen! Die handartig gestalteten, breiten Vorderfüße sind wahre Grabschaufeln und an der Daumenseite noch mit einem besondern, sichelförmigen Knochenblatte versehen, welches andern Thieren fehlt. Das Brustbein hat einen hervorragenden Grat zum Ansatze der starken Muskeln, welche zur Bewegung der Arme dienen, ähnlich wie bei fliegenden Thieren. Dabei ragt dasselbe lang wie ein Kiel oder wie eine Flugschaar unter dem Halse vor bis zum Kopfe, und da auch die Unterarme unter dem Felle längs dem Halse und Hinterkopfe liegen, so ist der Mullwurf dort gerade am dicksten und man sieht äußerlich nicht, wo eigentlich der Kopf beginnt, indem nur der Schnauzentheil hervorragt (Fig. 326). Der Schädel (Fig. 327) des Mullwurfes ist sehr lang;



Fig. 325. Armknochen des Mullwurfes.

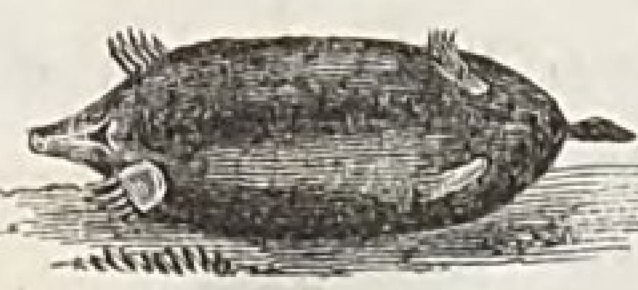


Fig. 326. Der gemeine Mullwurf von der Bauchseite. 1/6 d. nat. Gr.



Fig. 327. Der Schädel des gemeinen Mullwurfes.

die Hirnkapsel liegt ganz hinter dem Gebisse. Den langen Rüssel stützt noch ein besonderes, bei keinem anderen Thiere vorkommendes, Knöchelchen, welches von der Nase hineinragt. Eine Verwundung des Rüssels ist tödtlich. — Das sehr lange Gebiß dieser Thierchen besteht aus 48 Zähnen; ebenso ausgezeichnet ist auch ihre Gefräßigkeit, durch welche sie unglaublich viel Ungeziefer vertilgen. Ja sie ruhen selbst im Winter nicht, sondern wühlen, den Regenwürmern nach, so tief in die Erde, daß der Frost ihnen nicht schadet, kommen unter dem Schnee mitunter an die Oberfläche, pfeifen dann aber laut, wenn sie nicht wieder durch die hart gefrorene Erdkruste hineinzuwühlen vermögen. — Ihr Hinterleib ist schlank, besonders im Knochenbau; da aber die Schmalheit des Beckens sie verhindern würde, Junge zur Welt zu bringen, so ist der Unterleibsbogen desselben bei ihnen in der Mittellinie nicht verwachsen, sondern offen, wie bei manchen Flatterthieren. Sie bringen sechs bohnengroße Junge zur Welt. Die Augen dieser Thiere sind, weil sie dieselben nicht gebrauchen können, außerordentlich klein und bei einigen Arten ganz mit dem Felle überwachsen. Auch die Ohren fehlen ihnen äußerlich; jedoch sind die innern

Gehörorgane vorhanden und die Thierchen hören durch die Erschütterung des Erdbodens jeden Schritt sehr deutlich. Zur Nahrung dienen die Maulwürfe den Wieseln, Bussarden und besonders den Störchen, welche letztere sie beim Aufwerfen von Hügeln belauern und mit dem langen Schnabel hervorholen. Ihr Pelz ist sehr weich und fein, die Haut aber sehr fest und muskelreich, um die Erde abschütteln zu können. — Sie haben unter der Erde ein mit Gras ausgefüttertes Nest.

Des Igels (Fig. 328) Füße dienen nur zum Laufen; er wühlt im Erdboden nur oberflächlich mit Krallen und Rüssel, um seine Nahrung zu finden. Sein Körper ist von der Stirn bis zum Schwanze mit Stacheln bedeckt, welche zwischen den borstenartigen Haaren stehen und selber nur sehr dicke Haare sind. Die stachligen Igelfelle wurden ehemals als Weberkarden benutzt und sehr theuer bezahlt. Die ganze Haut des Rumpfes ist auf einen, besonders auf dem Rücken dicken, Muskel aufgewachsen, welcher, aus der Vereinigung der Gesichts-, Schulter- und Bauchhautmuskeln gebildet, das Thier wie eine Kapuze umhüllt, ihm die hochgerundete Gestalt gibt und ihm verstattet, sich, indem es Kopf und Beine an den Bauch zieht, zusammenzukugeln. So kann ihm kein Feind beikommen, außer dem Uhu, welcher ihn häufig frißt. Der Igel ist sehr nützlich, da er, neben vielem insektenartigen Ungeziefer, auch Mäuse und besonders auch selbst giftige Schlangen wegfängt. Er sucht seine Nahrung nur durch den Geruch; denn seine Augen sind blöde. Seine Vorderzähne (Fig. 329) ähneln denen der Schweine, indem sie schräg

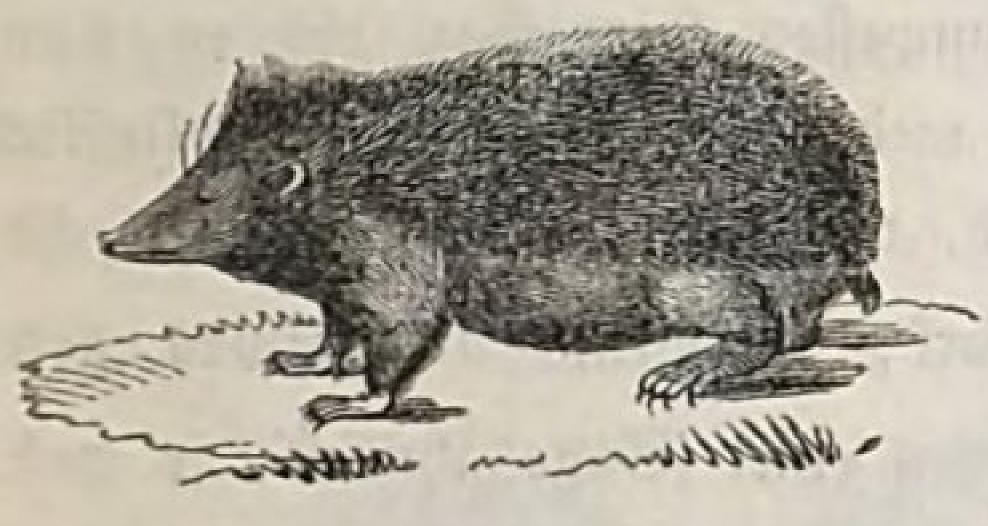


Fig. 328. Der gemeine Igel (Erinaceus europæus). $^1/_8$ d. nat. Gr.

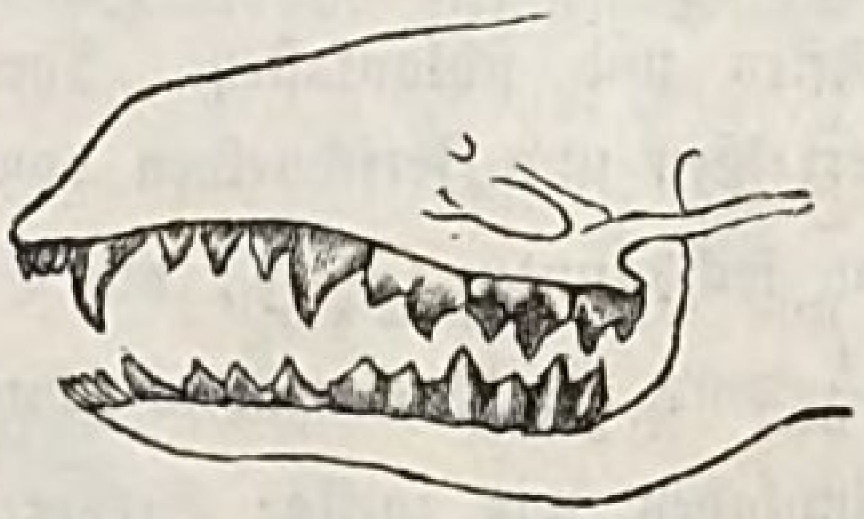


Fig. 329. Das Gebiß des Igels.

hervorstehen und die mittleren Schneidezähne länger, als die andern, die Eckzähne aber keilförmig gestaltet sind. — Die Jungen sehen, ehe sie Stacheln bekommen, punktirt aus, werden aber mitunter auch schon mit Stacheln geboren. Bei allen Insektenfressern sind die Jungen anfangs in der Regel nackt, blind und taub.

Die Insektenfresser sind in der Schöpfung jünger, als die Flatterthiere, ja selbst jünger als die Affen, indem sich erst in den neutertiären (pliocenen) Schichten des Bodens die ersten Spuren von ihnen finden.

Vierte Ordnung.

Die Fleischfresser. Carnivora.

Uebersicht:

1. Unterordnung. Sohlengänger (Plantigrada).
   1. Familie Bärenartige Fleischfresser (Ursina).
2. Unterordnung. Zehengänger (Digitigrada).
   2. Familie. Hundeartige Fleischfresser (Canina).
   3. Familie. Katzenartige Fleischfresser (Felina).
   4. Familie. Wieselartige Fleischfresser (Mustelina).
   5. Familie. Zibeththiere (Viverrina).
3. Unterordnung. Robben (Amphibia).
   6. Familie. Seehundsartige Fleischfresser (Phocina).
   7. Familie. Walrosse (Trichecoidea).

Stärker und größer als die Insektenfresser sind die meisten derjenigen Haarthiere, welche sich vom Raube anderer warmblütiger Thiere nähren, und welche daher fleischfressende Raubthiere oder schlechthin Fleischfresser genannt werden. Kaum daß die Wiesel und Marder, welche unter ihnen die kleinsten sind, dem Igel sich in Kleinheit nähern; die Katze, der Hund, Fuchs, Wolf und die Hyäne sind schon weit größere Thiere; der Tiger und der Löwe, besonders aber die Bären und noch vielmehr die Walrosse, sind dem Menschen an Größe, vorzüglich aber an Stärke weit überlegen. In der Gestalt weichen diese Thiere ziemlich von einander ab, von dem plumpesten Körperbau bis zu dem zierlichsten und schlankesten. Ihre Zähne sind mehr oder weniger ausschließlich zum Zerreißen und Zerschneiden von Fleisch geschickt, die Schneidezähne klein, sechs oben und sechs unten $\left(\frac{6}{6}\right)$, die Eckzähne sehr stark, vorragend und etwas gekrümmt $\frac{1\ 1}{1\ 1}$, und die Backenzähne schneidig, den Zähnen einer Säge ähnlich, so daß beide Kinnladen wie zackige Scheeren gegen einander schneiden (Fig. 330). Das Gebiß des Hundes ist ein ausgezeichnetes Beispiel. Die Zahl der Backenzähne ist bei den einzelnen Arten der Fleischfresser verschieden. Gleich hinter den Eckzähnen stehen einige kleinere, sehr schneidende, dann folgt ein großer, mehrzackiger, der Reißzahn genannt (Fig. 331), und endlich finden sich einige stumpfe Höckerzähne ganz hinten

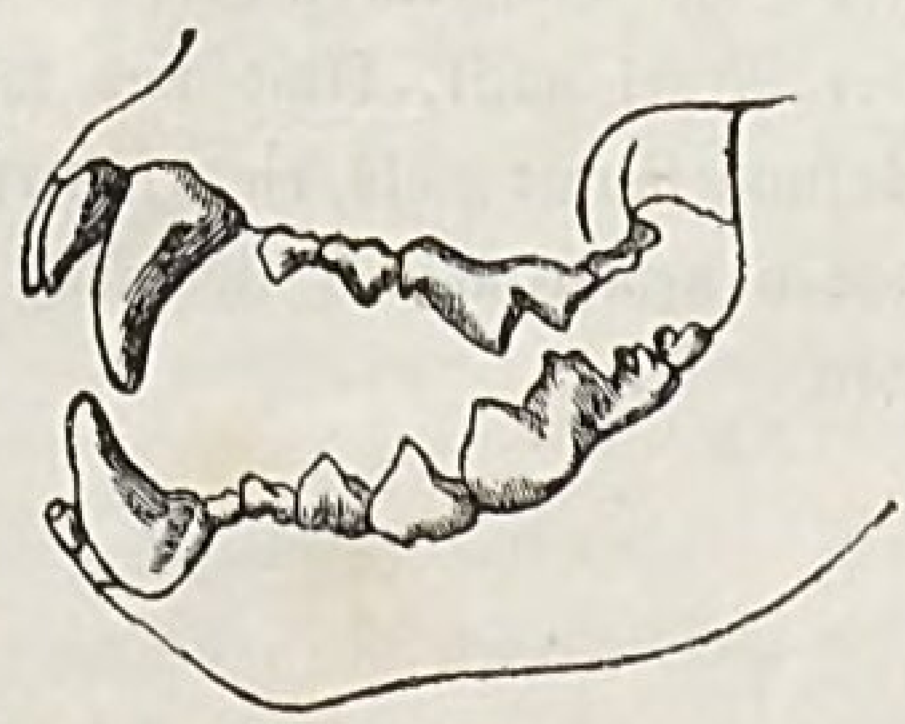


Fig. 330. Das Gebiß des Löwen (Felis leo).



Fig. 331. Der Reißzahn des Löwen.

im Maule, mit denen die Hunde bisweilen Gras kauen. Je kürzer die Kinnladen eines Fleischfressers und je geringer also die Zahl seiner Backenzähne, desto furchtbarer beißt ein solches Thier und desto blutgieriger und gefräßiger ist es (Löwe, Hyäne). Mit

Ausnahme derjenigen, welche im Wasser leben (Seehunde und Walrosse), haben sie ziemlich gleiche Vorder= und Hinterfüße mit fünf, seltener durch Verstummelung des Daumens nur vier, Zehen, welche mit krummen, bei vielen ausgezeichnet starken, langen und scharfen Krallen bewaffnet sind.

Die Haut der Fleischfresser ist immer, mit Ausnahme der im Wasser lebenden, mit dichten Haaren besetzt, deren schöne Farbe, wärmende Dichtigkeit oder weiche Zartheit sie zu geschätztem Pelzwerke macht. Berühmt sind die Felle der Bären, Dachse, Silberfuchse, Löwen, Tiger, Panther, Marder, Zobel, Wiesel, Fischottern. Der Pelz, und zwar nicht allein der Fleischfresser, sondern aller Haarthiere, ist nicht in allen Jahreszeiten von gleicher Güte. Die Haare fallen nämlich regelmäßig zu gewissen Zeiten aus, gewöhnlich im Frühjahre und im Spätjahre beim Wechsel der kalten und warmen Jahreszeit. Diese Haarung ist beim Menschen nicht so merklich periodisch, weil derselbe sich den Einflüssen der Jahreszeiten mehr zu entziehen vermag. Der Winterpelz der Thiere ist am längsten und dichtesten, und oft von anderer, und zwar minder bunter Farbe, als der Sommerpelz. Ebenso sind die Thiere in heißen Ländern überhaupt weniger, kürzer und steifer behaart, als in den kalten, und in letzteren meistens einfacher, schwärzlich, grau, braun oder ganz weiß gefärbt, in den ersteren dagegen oft sehr grell und bunt. An den Lippen haben die Fleischfresser steife, lange Schnurrhaare (Spürhaare). Die Nasenkuppe ist bei ihnen stets nackt und der Theil der Fußsohle oder der Zehen, mit welchem sie auf die Erde treten, ebenfalls haarlos und schwielig.

Das Skelett dieser Thiere (Fig. 332) ist kräftig gebaut und stimmt mit dem

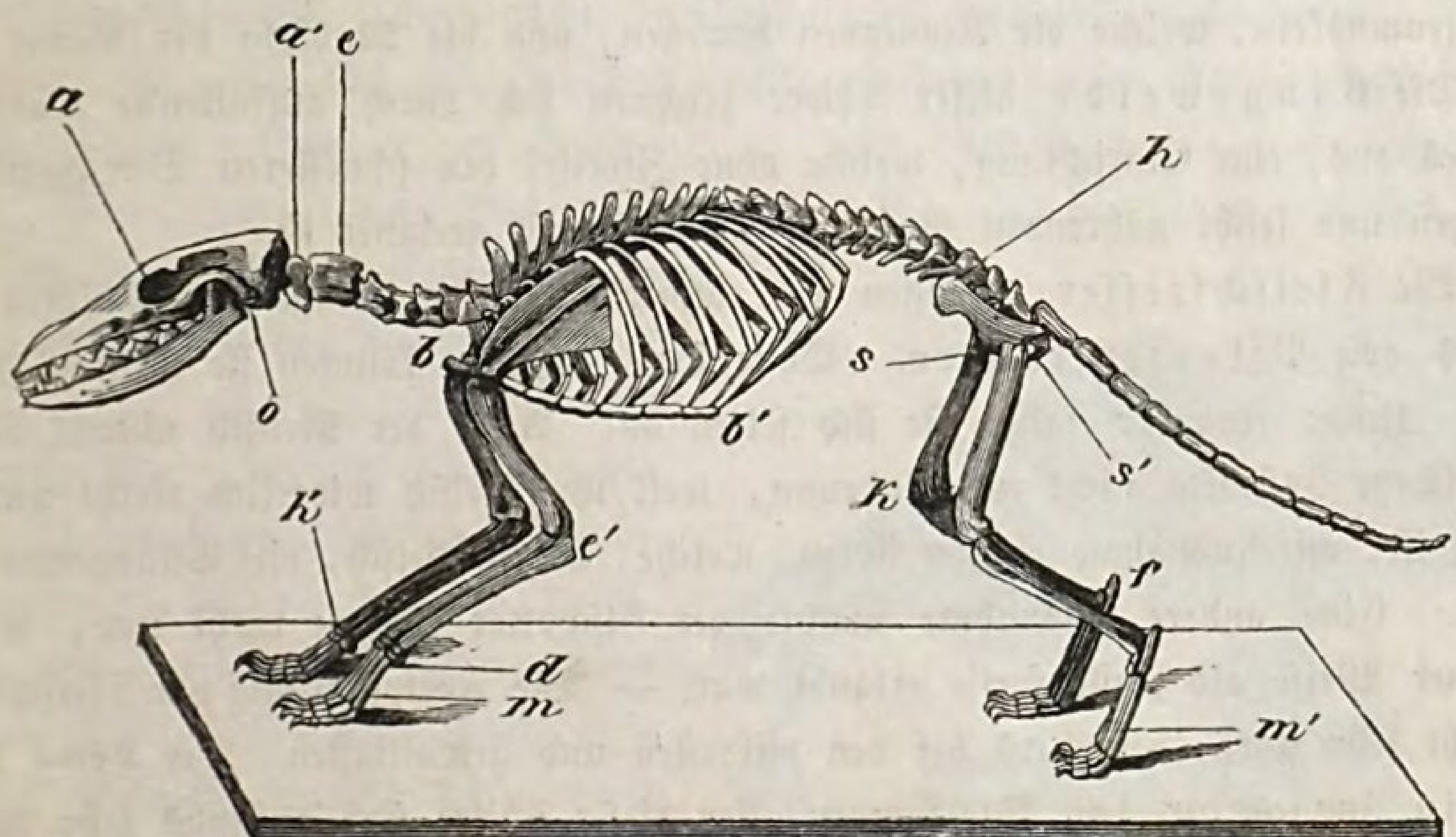


Fig. 332. Skelett des Fuchses (**Canis vulpes**). — 1/8 d. nat. Gr.*

* *a* Augenhöhle. — *a′* erster Halswirbel (**Atlas**) — *b*—*b′* Brustbein. — *d* Daumenstummel. — *e* zweiter Halswirbel (**Epistropheus**). — *e′* Ellenbogen. — *f* Ferse. — *h* Hüftbein. — *h′* Handwurzel. — *k* Knie. — *m* Mittelhand. — *m′* Mittelfuß — *o* Ohr. — *s* Schoßbein — *s′* Sitzbein.

des Menschen in vielen Verhältnissen überein. — Am Kopfe ist der Schnauzentheil meistens bedeutend schmaler, als der Schädeltheil, was besonders bei den langkieferigen (z. B. Fuchs) auffallend ist. Die Unterkinnlade, deren beiden Hälften stets getrennt sind und welche mit breiten, querliegenden Rollen oder Walzen in Hohlkehlen des Schädels eingelenkt ist, kann sich nicht seitwärts, aber desto kräftiger in senkrechter Richtung bewegen, weßhalb diesen Thieren zähe oder harte Pflanzen=

nahrung zu kauen ganz unmöglich ist, während sie Fleisch mit Leichtigkeit zerreißen. — Die Unterkieferäste haben unter dem Gelenke einen rückwärts gerichteten Fortsatz zum Ansatze von Muskeln, ähnlich wie wir einen solchen bei den Vögeln finden. — Die Wirbelsäule, deren erster Wirbel (Atlas) sehr leicht von dem gleichen Knochen anderer Thiere durch seine breiten flügelförmigen Querfortsätze unterschieden wird, hat, wie bei allen Thieren, welche auf Vieren gehen, und dabei den Kopf frei vorwärts gerichtet tragen, längere aufrechte Dornen auf dem Rücken, zum Ansatze der Muskeln, welche den Kopf halten. Die meisten Fleischfresser haben einen mehr oder weniger langen Schwanz. Das Schlüsselbein fehlt vielen bis auf eine Spur, da sie mit den Vorderfüßen keine kräftige Seitenbewegungen machen; doch findet es sich als ein sichelförmiger rippenähnlicher Knochen bei den katzenartigen Fleischfressern, welche ihre Beute mit den Tatzen packen, bei den Dachsen, welche sich Höhlen graben, und bei den Fischottern, welche schwimmend die Vorderfüße zum Rudern gebrauchen. Das Brustbein ist dagegen immer sehr ausgebildet und besteht aus einer langen Reihe von Knochen, welche mit den Wirbelknochen die größte Aehnlichkeit haben und gleichsam eine der Rückenwirbelsäule entsprechende, freilich unvollständigere Bauchwirbelsäule darstellen. Der Unterarm ist bei den Fleischfressern zwar nicht so beweglich und drehbar vermöge der Form und Verbindung seiner Knochen, als dies bei den Menschen und Affen der Fall ist, allein doch beweglicher und drehbarer als bei den Flatterthieren und Insektenfressern und besonders in weit höherem Grade als bei allen pflanzenfressenden Haarthieren.

Die Muskeln der Fleischfresser sind sehr kräftig, besonders die Kau- und Schläfenmuskeln, welche die Kinnladen bewegen, und die Muskeln der Beine.

Die Eingeweide dieser Thiere zeichnen sich durch auffallende Kürze des Darmes aus, eine Einrichtung, welche ohne Zweifel den schnelleren Durchgang der kräftigen und leicht gährenden Nahrung zu befördern geeignet ist.

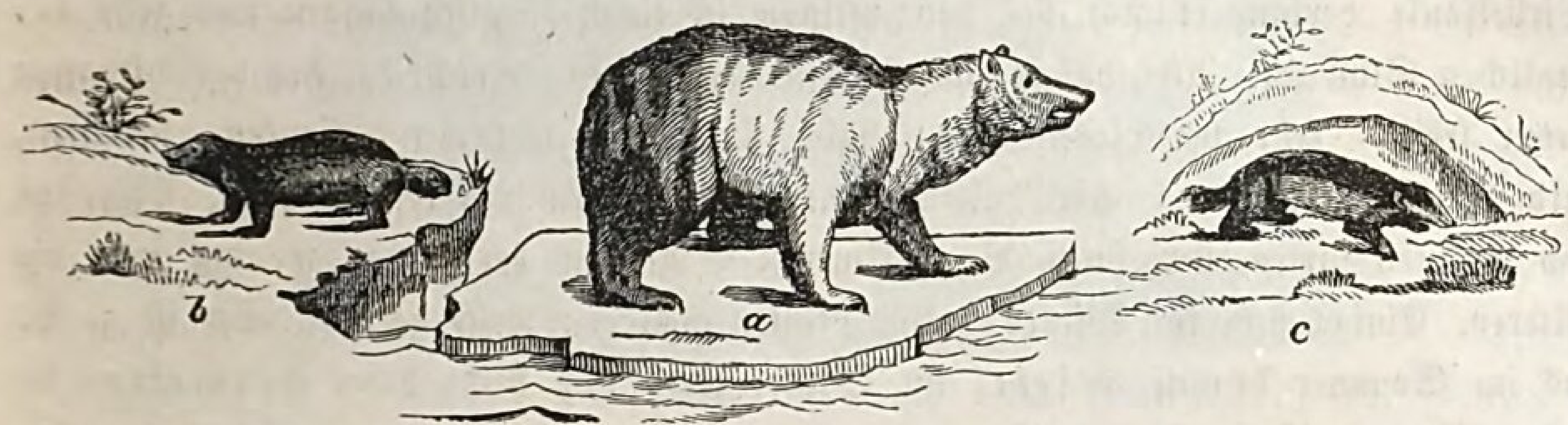
Die Fleischfresser vertilgen eine außerordentliche Menge von Thieren, besonders von Pflanzenfressern. Ohne diese letzteren könnten sie unmöglich existiren. Unter einander fallen sie sich selten an. Auch der Mensch nimmt sie aus natürlichem Instinkte nicht zur Nahrung, weil ihr Fleisch widerlich riecht und ungesund ist, mit Ausnahme einiger Arten, welche, neben Fleisch, viel Pflanzennahrung fressen. Eine andere Ausnahme machte der Fischotter ehedem wohl nur, weil er seltsamer Weise als Fastenspeise erlaubt war. — Die Fortpflanzung der Fleischfresser ist nicht sehr stark, besonders bei den wildesten und gewaltigsten. Der Löwe bringt nur ein Junges zur Zeit. Die Jungen aller dieser Thiere sind anfangs sehr hülflos und sogar noch einige Zeitlang blind und fast ganz nackend. Die Unvollkommenheit der jungen Bären ist sprichwörtlich geworden.

Das Gehirn der Fleischfresser ist nicht mehr entwickelt, als das der Insektenfresser. Wie bei diesen ist der Geruchssinn allein ausgezeichnet. Zu diesem Zwecke haben die Nasenmuscheln sehr vielfache Faltungen und Biegungen, auf denen die von dem Geruchsnervengewebe durchzogene Nasenschleimhaut sich verbreitet, welche so ausgedehnt ist, daß man mit derselben nicht allein, wie beim Menschen, den ganzen Kopf, sondern den ganzen Körper des Thieres überziehen könnte. Das Gesicht ist nur bei einzelnen gut; viele sind lichtscheu und sehen daher bei Nacht

besser, als bei Tage. Der Tastsinn fehlt bei den meisten Fleischfressern so gut, wie ganz.

Diese Thiere leben meistens einzeln, auch wohl, wenigstens zu Zeiten, familienweise, und einige rotten sich im Hunger zu gemeinsamen Raubzügen zusammen (Wölfe und Hyänen). Die wilden Hundearten aber leben stets gesellig. Die im Wasser lebenden Robben pflegen in zahlreichen Heerden beisammen zu sein oder familienweise zu leben.

Die bärenartigen Fleischfresser (Fig. 333), Bären (a), Waschbären,



b Der Fiellfraß (Gulo borealis). $1/25$ d. nat. Gr. *a* Der Eisbär (Ursus maritimus). $1/70$ d. nat. Gr. *c* Der Dachs (Meles taxus). $1/25$ d. nat. Gr.

Fig. 333. Bärenartige Fleischfresser.

Nasenbären, Fiellfraße (b), Dachse (c) u. s. w. haben, wie die Insektenfresser, nackte Fußsohlen bis zu der Handwurzel und Ferse, indem sie den Fuß platt auf den Boden stellen. Sie heißen daher Sohlengänger (Plantigrada). Bei ihrem Körperbau hat der Hinterleib das Uebergewicht, weßhalb sie sich gern auf die Hinterbeine richten. Ihre Nase ist, ebenfalls wie bei den Insektenfressern, mehr oder weniger rüsselartig verlängert, dagegen der Schwanz oft kurz, besonders bei den eigentlichen Bären. Sie haben breitere Backenzähne (Fig. 334), als die übrigen Fleischfresser, die meisten sogar mit stumpfkegelförmigen Höckern gezackt. Schon die Länge ihrer Kiefern deutet an, daß sie nicht sehr raubgierig sind. In Uebereinstimmung damit genießen sie auch mancherlei Pflanzennahrung, besonders fleischige, z. B. Beeren und Obst. Einige (Bär) lieben auch den Honig. Es fehlt ihnen, wie den Insektenfressern, der Blinddarm. Auch sind sie nächtliche Thiere, wie jene, und in kälteren Gegenden zum Winterschlafe gezwungen. Ihr ganzes Wesen ist ziemlich träge; ihre Stimme nicht ausgezeichnet.



Fig. 334. Schädel des Höhlenbären (Ursus spelaeus). $1/6$ d. nat. Gr. Aus der Gailenreuther Höhle in Franken.

Die bärenartigen Fleischfresser bewohnen hauptsächlich die gemäßigten und kalten Gegenden der Erde, der Eisbär (Fig. 333, a), das größte Thier unter ihnen, nur die menschenleeren Schnee- und Eiswüsten. In warmen Ländern finden sich bärenartige Fleischfresser nur in den hohen Gebirgen.

Die übrigen Fleischfresser, welche auf dem Lande leben, gehen nur auf den Zehenspitzen, welche nackte Schwielen haben, während die Fußsohlen behaart

sind und ihre Handwurzel und Ferse steht mehr oder weniger von dem Erdboden entfernt. Sie heißen deßhalb Zehengänger (oder Fingerläufer, Digitigrada). Ihr Daumen ist meistens ganz klein und so kurz, daß er die Erde nicht berührt, ja er fehlt auch wohl ganz, wie z. B. bei den Hyänen und an den Hinterfüßen der Hunde. Diese Thiere, welche nur Fleisch, ja zum Theil nur noch lebenswarmes Fleisch oder gar nur frisches Blut genießen, sind sehr schlank und beweglich gebaut, meistens von großer Munterkeit und Schnelligkeit. Ihr Bau zeichnet sich durch Kürze der Oberarme und Oberschenkel aus, welche fast nicht über den Rumpf herabragen. Die Wirbelsäule verlängert sich bei den meisten in einen ziemlich langen und sehr beweglichen Schwanz. Alle haben ausgezeichnete Stimmen, welche bei den verschiedenen Arten freilich sehr verschieden sind: bald Kreischen, Schreien, Heulen, Brüllen, bald bellendes Kläffen. Sie halten keinen Winterschlaf. Die schönsten, wildesten und größten Arten bewohnen die wärmeren Gegenden der Erde, wenige nur die kälteren. Einige sind im Winter und in kalten Ländern weiß gefärbt. So ist z. B. das im Sommer braune Wiesel im Winter weiß und heißt dann Hermelin; im hohen Norden ist es stets weiß.

Zu den Zehengängern gehören die Wiesel, Marder, Iltisse, Fischottern, Stinkthiere und Zibetthiere, die Hyänen und die zahlreichen Geschlechter der Katzenarten und Hundearten. Die erstgenannten vier Geschlechter haben einen langen, fast schlangenartigen Leib und sehr kurze Füße, so daß sie durch die kleinsten Oeffnungen zu schlüpfen vermögen. Sie nähern sich den Insektenfressern und Sohlengängern dadurch, daß ihnen der Blinddarm fehlt, sind klein und schwach, aber sehr bissig und äußerst blutdürstig, und riechen meistens bisamartig, zum Theil sehr widerlich, von öligen Aussonderungen eigenthümlicher, am Hinterleibe befindlicher Drüsen. Das Frettchen, eine weiße, rothäugige, also dem Albinismus verfallene, Iltisart, läßt sich zum Kaninchenfangen abrichten. Die Fischottern (Fig. 340, a) haben Schwimmhäute zwischen den Zehen und leben von Fischen, Krebsen und Fröschen, lassen sich auch zum Fischfange abrichten. Die Zibetthiere haben am Hinterleibe einen Drüsensack, worin sich eine wie Moschus riechende Pomade, der Zibeth, aussondert. Ihre Zunge ist mit Hornstacheln besetzt. Die Mangusten oder Ichneumone nützen in Aegypten durch Vertilgung der Krokodileier. Die Hyänen (Fig. 335) haben zum Theil einen Kamm von langen Borsten auf dem Rücken entlang; ihr Gebiß ist sehr kurz (Fig. 336), ganz ohne Höckerzähne, daher



Fig. 335. Die Hyäne (Hyaena crocuta). $1/20$ d. nat. Gr..

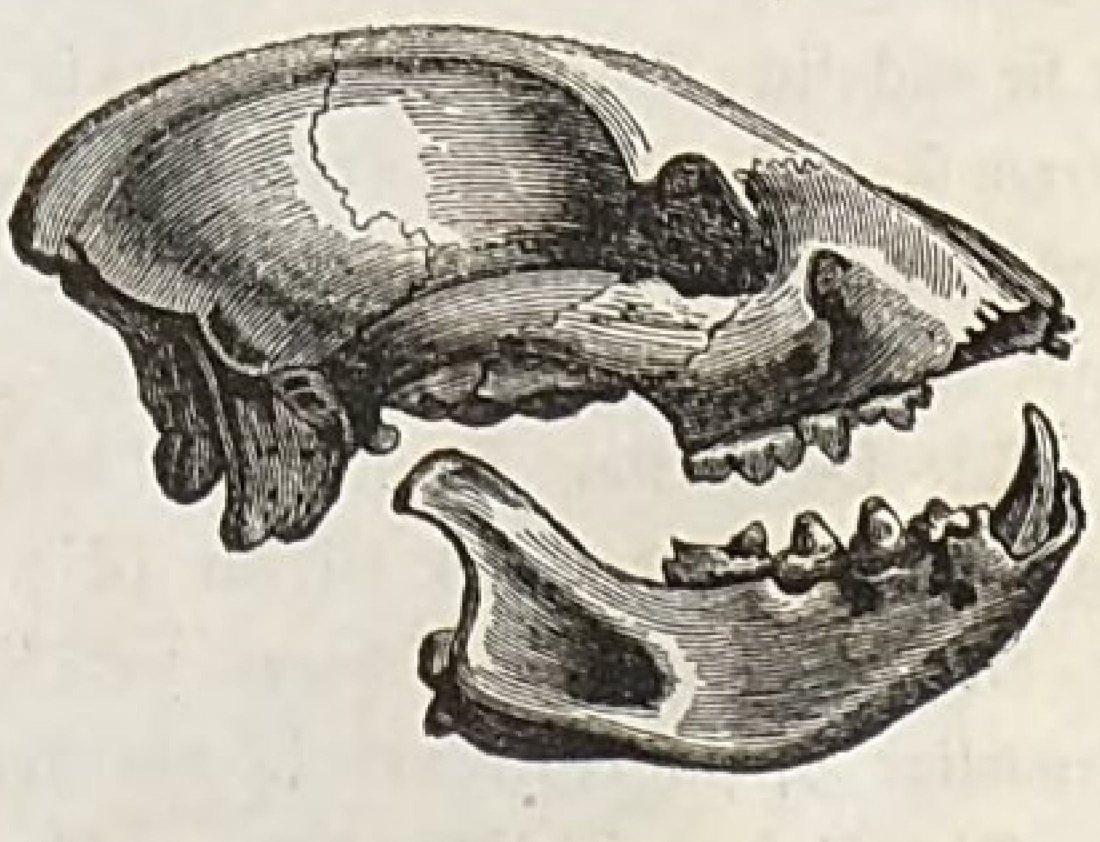


Fig 336. Schädel der Höhlenhyäne (Hyaena spelaea $1/6$ d. nat. Gr.
(Aus der Scharzfelder Höhle am Harze.)

sind sie furchtbar bissig und blutgierig Zu den Katzenarten gehören, außer der Hauskatze und der wilden Katze, der Luchs, Leopard, Panther (Fig. 337)

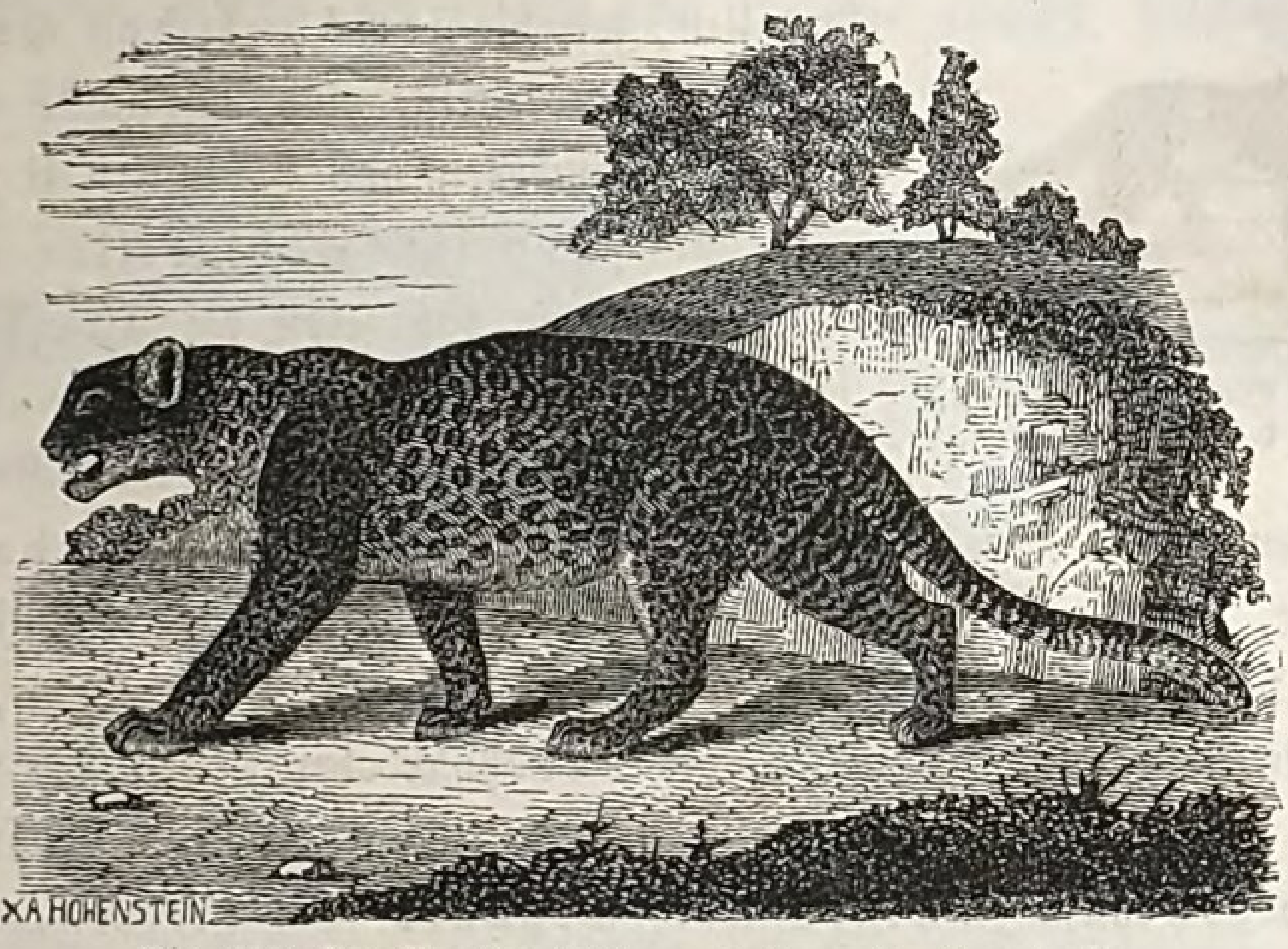


Fig. 337. Der Panther (Felis pardus). — $^1/_{24}$ d. nat. Gr.

und viele andere ähnliche Thiere, sowie der Tiger und Löwe (Fig. 338). Sie sind leicht kenntlich an dem kurzen Schnauzentheile des Kopfes und an den runden, schönen Formen aller ihrer Körpertheile, sowie der leichten, anmuthigen Bewegungen derselben. Das kurze Gebiß zeugt von arger Raublust. Merkwürdig ist das allen Katzenthieren gemeinsame Merkmal

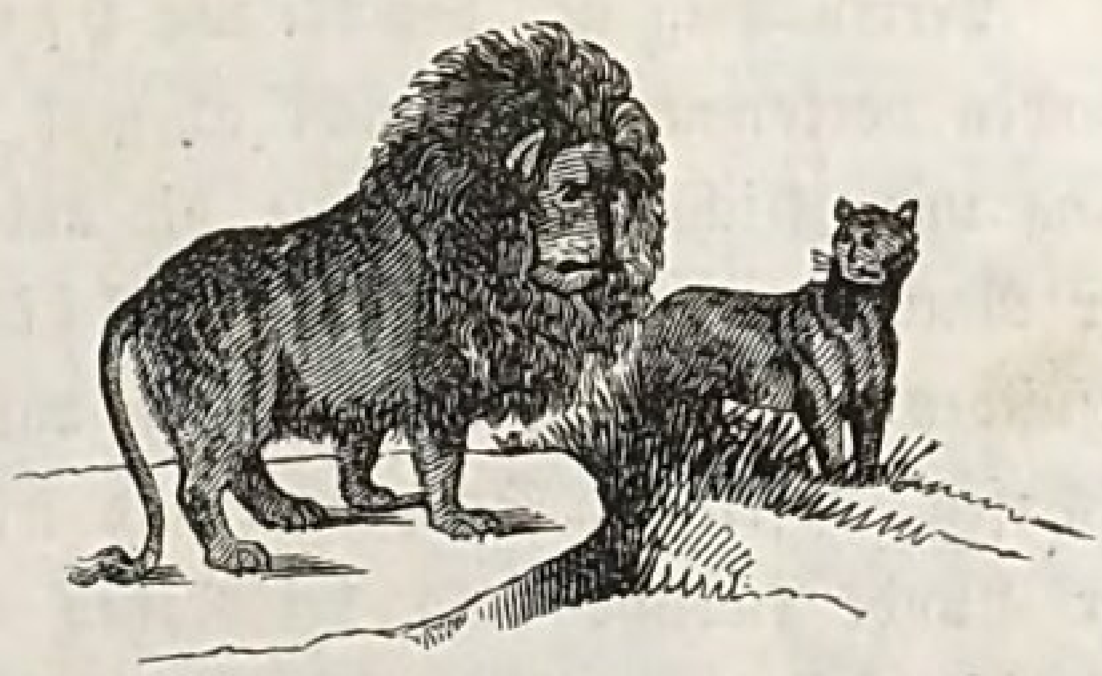


Fig. 338 Der Löwe ($^1/_{80}$ d. nat. Gr.) und die Löwin ($^1/_{140}$ d. nat. Gr. (Felis leo mas et femina).

einer Längsfurche am Eckzahne, ein Beispiel, durch welches man begreift, wie es möglich ist, aus der Beschaffenheit eines einzelnen Zahnes einen Schluß zu machen, auf die Thierart, von welcher derselbe herrührt (Fig 339). Die krummen, furchtbaren Krallen dieser Thiere liegen beim Stehen und Gehen untergeschlagen und nutzen sich daher an den Spitzen nicht ab, dagegen beim Greifen und bei jeder Streckung des Fußes richten sie sich von selber nach vorn. Hiedurch ist die Hauskatze, weil sie spielend leicht kratzt, in den Ruf der Falschheit gekommen. Die Zunge aller Katzenthiere ist rauh und feilenartig scharf. Die Hauskatze, die wilde Katze und der Luchs haben nicht eine runde Pupillenöffnung in der Iris des Auges, wie die meisten Thiere, sondern einen senkrechten, schmalen Spalt, den sie beim Tageslichte fast ganz schließen. Die Hauskatze hat, als Ausnahme von allen andern Thieren, fast wie die Menschen und die Affen, ganz von Knochen umschlossene und daher von der Schläfengrube fast ganz geschiedene Augenhöhlen. Der Luchs trägt auf den Ohren lange spitze Haarpinsel. Der männliche Löwe hat um Kopf, Hals und Brust eine lange, wilde Haarmähne und am Schwanzende eine Hornspitze von einem Haarbüschel umgeben, das Weibchen dagegen (Fig. 338) gleicht an Gestalt dem Tiger.



Fig. 339. Der Eckzahn eines Löwen.

Zum Hundegeschlechte gehören die Wölfe (Fig. 340), die Schakals, die Füchse (Fig. 232) und die Hunde. Die Füchse haben bei Tage einen länglichen Pupillenspalt, wie die Katze, bei Nacht aber runde Pupillen, wie die gewöhnlichen Hunde. Letztere sind das verbreitetste und nützlichste Hausthier des Menschen geworden und haben im Umgange mit dem Menschen ihre Fähigkeiten ausgebildet und veredelt, so daß selbst die Dressur in einigen Racen theilweise erblich ist. Es gibt eine außerordentliche Zahl verschiedener Racen, von der mannigfaltigsten äußern Gestalt, aber stets ganz gleichem Zahnbau. Der große Neufundländer, welcher Schwimmhäute zwischen den Zehen hat, der Bullenbeißer, der Metzgerhund, der Schäferhund, der Spitz, der Pudel, der Hühnerhund, der Wachtelhund, der Windhund, das Windspiel, der Dachshund oder Teckel, der Pintscher oder Rattenfänger, der Mops und das Seidenhündchen sind die reinsten und bekanntesten Racen. Alle gehören zu einer Art, weßhalb sich die Racen auch vermischen. Es gibt auch wilde Hundearten.



Fig. 340. Der Wolf (Canis lupus). 1/35 d. nat. Gr.

Merkwürdig ist, daß bei den Hauskatzen und Haushunden sehr verschiedene Farben vorkommen und nicht allemal die eine Seite des Körpers die gleiche Färbung und Zeichnung hat wie die andere, eine Abweichung von der überall in der Natur bemerkbaren Gleichmäßigkeit, welche bei keinem wilden Thiere gefunden wird, wohl aber auch bei andern Hausthieren, z. B. Rindern, Ziegen, Schafen, Pferden, Schweinen und selbst beim Geflügel. Eine schreckliche Krankheit der Hunde (welche auch bei Katzen und Füchsen vorkommt) ist die Wuth oder Wasserscheu, welche das furchtbarste Unglück anrichten kann, indem sie durch den Biß auf andere Thiere und Menschen übergeht und diese unter den schaudervollsten Qualen tödtet. Mitunter wirkt der Biß erst nach Jahren, und oft von Hunden, welche noch kein Zeichen der Krankheit von sich gegeben haben. Möglichste Verminderung und Beaufsichtigung der Hunde ist daher Menschenpflicht.

Als eine besondere Abtheilung der Fleischfresser kann man die sogenannten amphibischen, d. h. theilweise im Wasser sich aufhaltenden, Thiere betrachten, deren Zahnbau und Nahrung sie als Fleischfresser bezeichnet, während der Körperbau, für das Wasser eingerichtet, bedeutend abweicht. Die Fischottern (Fig. 340, a), besonders die Meerottern, gehören schon halb und halb zu diesen. Man nennt die amphibischen Fleischfresser auch Robben und rechnet zu ihnen die Seehunde (Fig. 341),



Fig. 340. a. Der Fischotter (Lutra vulgaris). 1/24 d. nat. Gr.



Fig. 341. Der Seehund (Phoca vitulina). — 1/18 d. nat. Gr.

Seelöwen und Walrosse. Dieselben haben vorn und hinten kurze Schwimmfüße, welche ihnen nur zum Rudern dienen, auf dem Lande dagegen so unbrauchbar sind, daß die Thiere kaum auf dem Bauche liegend fortkommen können.

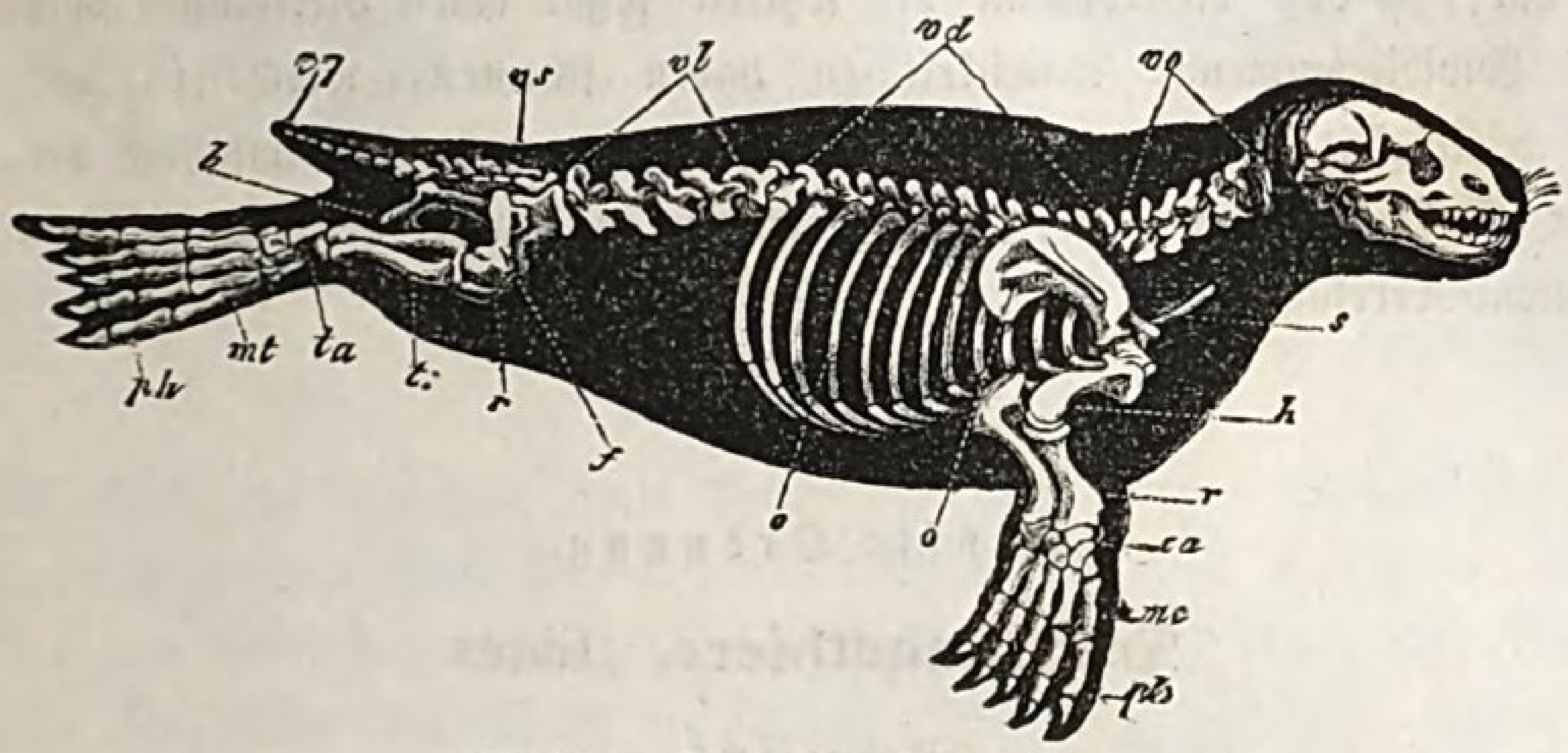


Fig. 342. Skelett des Seehundes. *

* *vc* Halswirbel; *rd* Rückenwirbel; *vl* Lendenwirbel; *vs* Kreuzbeinwirbel; *vq* Schwanzwirbel; *s* Brustbein; *h* Oberarm; *r* Spindel; *ca* Handwurzel; *mc* Mittelhand; *ph* Finger- und Zehenglieder; *o* Schulterblatt; *c* Rippen; *f* Oberschenkel; *r* Kniescheibe; *ti* Schienbein; *ta* Fußwurzel; *mt* Mittelfuß; *b* Schoßbogen.

Die Unterarmknochen sind kurz, breit und plattgestaltet, um diese Glieder besser zum Rudern geeignet zu machen. Die Schlüsselbeine fehlen nicht, sondern bilden eine kräftige Befestigung der Schulter und fügen sich an ein eigenthümliches Tförmig gestaltetes Vorderende des Brustbeines (Fig. 342). Die Hintergliedmaßen, deren Oberschenkel äußerst kurz, und an deren Füßen die beiden äußeren Zehen länger sind als die drei mittleren, liegen sogar ganz nach hinten gestreckt, so daß sie fast wie ein Fischschwanz aussehen. Das Schwänzlein steht aber dazwischen. Den meisten dieser Thiere fehlen die äußeren Ohren. Ihre Hauptnahrung sind Fische. Unter der Lederhaut haben sie eine dicke Lage von Fett (Speck).

Die Seehunde können ihre Nasenlöcher beim Untertauchen durch eine kleine Hautklappe von innen verschließen. Ihr Blut ist merkwürdiger Weise schwarz gefärbt. Für die Küstenbewohner der kältesten Gegenden der Erde sind diese Thiere von größter Wichtigkeit durch ihr dichtbehaartes Fell, ihren thranigen Speck, ihre Knochen und selbst ihr ziemlich widerliches Fleisch. Die Seelöwen haben äußere Ohren und das Männchen hat eine Mähne am Halse. Die oberen Schneidezähne derselben besitzen eine doppelte Schneide. Ihre Schwimmhäute bilden große, die Zehen lang überragende Lappen. Das Walroß, die größte Robbenart, hat in der Oberkinnlade furchtbare Eckzähne, welche lang hervorragende Hauer bilden und gutes Elfenbein liefern, wogegen in der unteren, deren beide Hälften ausnahmsweise schon früh ganz zusammenwachsen, Schneide- und Eckzähne fehlen. Die Backenzähne desselben sind für Pflanzennahrung (Seetang) ebenso geeignet als für Fleisch. Seine Schnurrhaare sind so dick wie Federkiele und fischbeinartig.

Die Fleischfresser, obwohl sie in der Schöpfung nothwendig jünger sein müssen als die pflanzenfressenden Thiere, welche ihnen als Nahrung dienen, sind gleichwohl weit älter als der Mensch, die Affen, die Insektenfresser. Einzelne Spuren von ihnen finden sich mit den ältesten Ueberresten pflanzenfressender Haarthiere zusammen in den alttertiären Ablagerungen. Jedoch bemerkt man einestheils, daß anfangs amphi-

bische Fleischfresser, welche die unvollkommensten unter den Thieren dieser Ordnung sind, vorherrschten, anderntheils, daß die Menge und Verschiedenheit dieser Geschöpfe in den mittel- und neutertiären (Fig. 334 und 336) Bildungen stets zugenommen hat, ja daß dieselben in der letztern sogar einen Reichthum von Formen und eine Individuenmenge entwickelt zu haben scheinen, welche in der jetzigen Periode, d. h. seit Menschen die Erde bewohnen, durch die Abnahme der wilden, ihnen zur Nahrung dienenden, Pflanzenfresser in Folge der menschlichen Cultur sich bedeutend verringert.

Fünfte Ordnung.

Die Nagethiere. Glires.

Uebersicht.

1. Familie. Fußhänder (Pedimana).
2. Familie. Eichhornartige (Sciurina).
3. Familie. Schläfer (Myoxina).
4. Familie. Springer (Dipoda).
5. Familie. Hasenmäuse (Chinchillina).
6. Familie. Schrotmäuse (Orycterina).
7. Familie. Mullwurfmäuse (Cunicularia).
8. Familie. Mäuse (Murina).
9. Familie. Biberartige (Castorina).
10. Familie. Stachelschweine (Hystricina).
11. Familie. Halbhufer (Subungulata).
12. Familie. Hasen (Leporina).

Zahllose und mannigfaltige kleine schwache Thierchen, welche wegen der eigenthümlichen Art, ihre Nahrung in den Mund einzuführen, Nagethiere genannt werden, bewohnen fast alle Länder der Erde, theils wie die Eichhörnchen (Fig. 343) auf Bäumen kletternd, theils wie die Mäuse und Ratten den Boden und die Wohnungen der Menschen durchwühlend, oder wie die Hasen und Kaninchen die Gefilde, wie das Murmelthier die hohen Alpentriften, wie der Biber (Fig. 347) die Ufer der Gewässer belebend. Viele sind nur einige Zolle lang, kaum einige größer als zwei Fuße; nur der Biber wird wohl drei, das Capybara oder Wasserschwein drei und einen halben Fuß lang. Es sind leichtbewegliche, anmuthige Thierchen, bei denen stets der Hinterleib den Vorderleib mehr oder weniger, und mitunter sehr bedeutend, überwiegt, weßhalb sie ohne Beschwerde auf den Hinterbeinen sitzen, die Vorderfüße zum Halten der Nahrung gebrauchen, weit springen und theils springend klettern, theils sogar springend laufen.



Fig. 343. Das Eichhörnchen (Sciurus vulgaris) $^1/_6$ d. nat. Gr.

Die Art, ihre Nahrung in den Mund einzuführen, das Nagen, ist bedingt durch den sehr eigenthümlichen Zahnbau dieser Thiere (Fig. 344). Sie haben keine Eckzähne, sondern an deren Stelle eine weite Lücke; die Schneidezähne, deren stets nur zwei obere und zwei untere vorhanden sind (mit alleiniger Ausnahme des



Fig. 344.
Schädel einer Ratte (Mus rattus).
Nat. Gr.

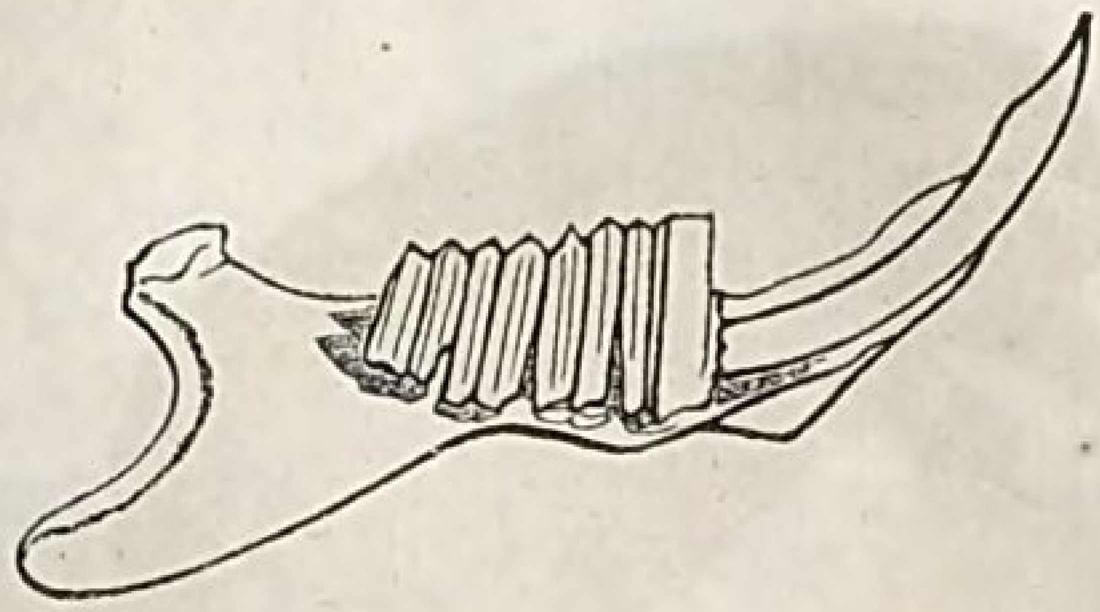


Fig. 345.
Unterkiefer eines Kaninchens (Lepus cuniculus). *

* Der vordere Knochenrand ist weggenommen, um die Zahnwurzeln zu zeigen.

Hasengeschlechtes, bei welchem oben hinter den zwei großen Schneidezähnen noch zwei kleinere sogenannte Stiftzähne stehen), zeichnen sich durch eine starke, vierkantig prismatische und dabei bogenförmig gekrümmte Bildung aus, ragen lang hervor, so daß manche Nagethiere das Maul nie schließen können (Fig. 351), tragen nur an der Vorderseite Schmelz und nutzen sich daher nach innen leichter ab, woher sie stets meißelförmig geschärft sind. Dieselben schließen sich an der Wurzel nie (Fig. 345); deßhalb bleibt der Zahnkeim fortwährend lebendig, und die Zähne wachsen immer fort, so daß diese Thiere stets zu nagen gezwungen sind, indem die Zähne sonst monströs werden würden. Wirklich beobachtet man dies mitunter bei solchen, denen ein Zahn abgebrochen ist, welcher somit den entgegenstehenden nicht mehr abnutzen kann. — Die Backenzähne der Nagethiere sind meistens zusammengesetzt, d. h. sie bestehen aus von vorn nach hinten auf einander folgenden abwechselnden Lagen von Schmelz und Zahnbein, welches letztere auf der Kaufläche sich stärker abnutzt als der Schmelz, so daß dieser hervorragende Querleisten, gleich den Reifen eines Mühlsteines, bildet (Fig. 346). Diese Schmelzleisten sind bald gerade, bald gebogen, z. B. beim Siebenschläfer Vförmig. Alle Nagethiere mit solchen Zähnen sind Pflanzenfresser und leben besonders von Rinden, Körnern, Nüssen u. s. w., oder von Blättern. Andere dagegen, welche außerdem auch wohl Fleischnahrung, Insekten, Würmer, Aas u. s. w. verzehren, haben mit Schmelz überkleidete, mitunter Querreihen bildende Höcker, oder, durch deren Abnützung, wie die Flughörnchen, kleine Schmelzringe auf den Backenzähnen.



Fig. 346.
Backenzähne des Bibers.

An den Füßen haben die meisten Nagethiere fünf freie Zehen, einige an den Vorderfüßen vom Daumen nur einen geringen Stummel, z. B. die Eichhörnchen, Siebenschläfer, Murmelthiere, Hamster und das ganze Mäusegeschlecht. Die hasenartigen Nager haben an den Vorderfüßen fünf, an den hinteren nur vier Zehen, und endlich die seltsamen Springmäuse (Fig. 346, a) vorn nur vier, hinten aber meistens nur drei, andere außerdem noch zwei Stummelchen, welche die Erde nicht berühren. Beim Biber (Fig. 347), und in geringerem Grade auch bei den Wasserschweinen, sind die Zehen nicht frei,



Fig. 346. *a.* Die Springmaus (Dipus jaculus). — 1/6 d. nat. Gr.



Fig. 347. Der Biber (Castor fiber). — 1/15 d. nat. Gr.



Fig. 348.
Der Hamster (Cricetus frumentarius).
1/6 d. nat. Gr.

sondern wenigstens an den Hinterfüßen durch eine breite Schwimmhaut verbunden. Viele Nagethiere tragen an den Zehen feine Krallen zum Klettern, z. B. die Eichhörnchen und Siebenschläfer, andere dickere, nagelartige zum Graben, z. B. die Murmelthiere und Hamster (Fig. 348), andere endlich kleine dicke, fast hufenähnliche Nägel (Halbhufer), z. B. das Meerschweinchen und das Wasserschwein.

Alle Nagethiere sind dicht und meistens fein behaart, und viele liefern ein treffliches Pelzwerk, z. B. die Eichhörnchen, Ziesel, Hamster, Alpenhasen, Seidenhasen, Wollhasen (Chinchilla). Das Haar des Bibers gibt den Stoff zu den kostbarsten Filzhüten (Castorhüte). Einige haben auch borstenartige Haare, wie gewisse Ratten. Die Haare des Stachelschweines sind vollkommen vierkantig; diejenigen der Bisamratte haben an einer Seite sägezähnige spitze Seitenfortsätze; die der Eichhörnchen leichte Querwülste. Die Sphinguren haben auf dem Rücken Stacheln; die Stachelratten (Loncheres) sind fast ganz mit breiten, platten Stacheln und auf dem Schwanze mit Schuppen und Stacheln bedeckt; das Stachelschwein (Fig. 349) trägt auf dem Hinterleibe fußlange Stacheln, welche es sträubend aufrichten kann,

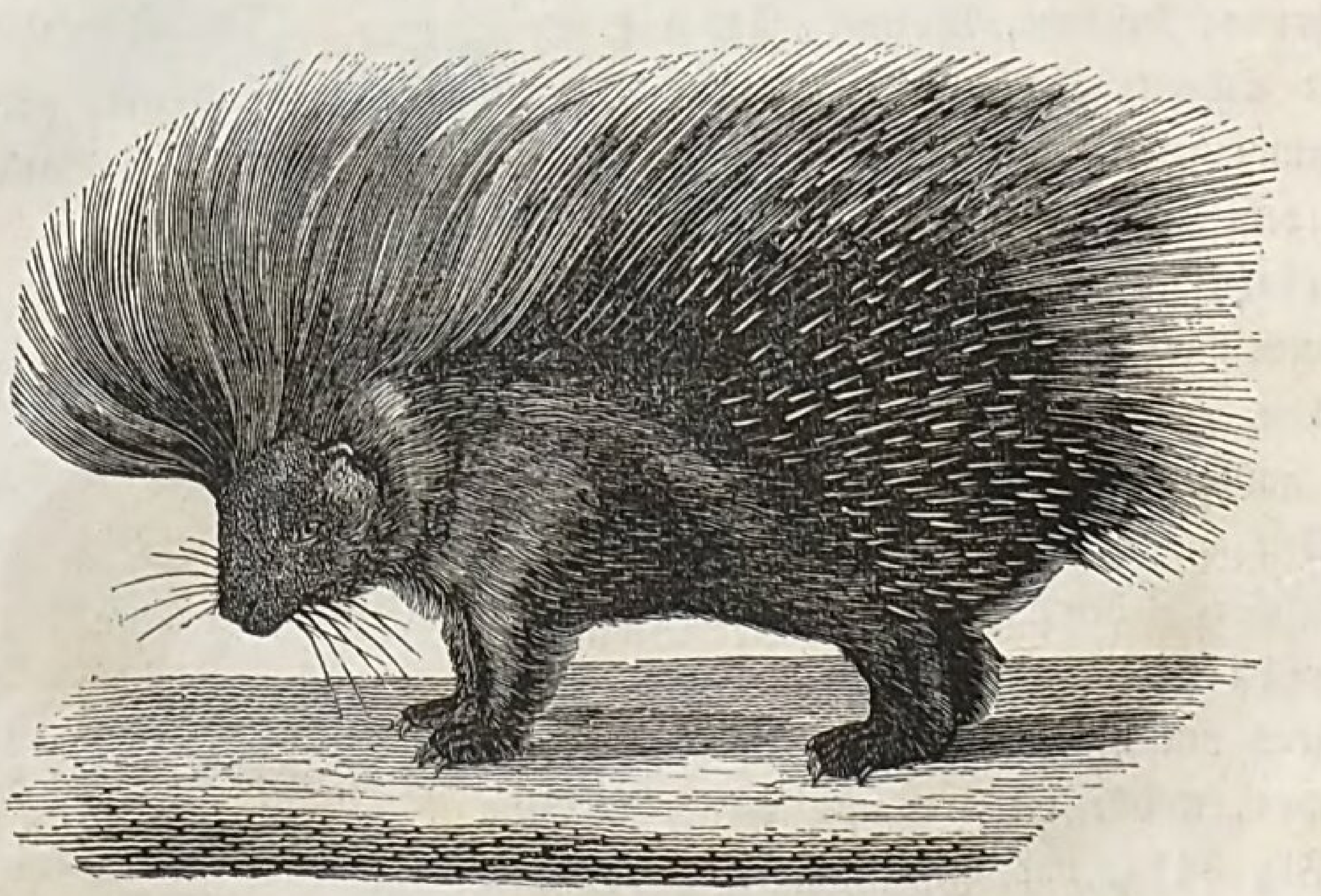
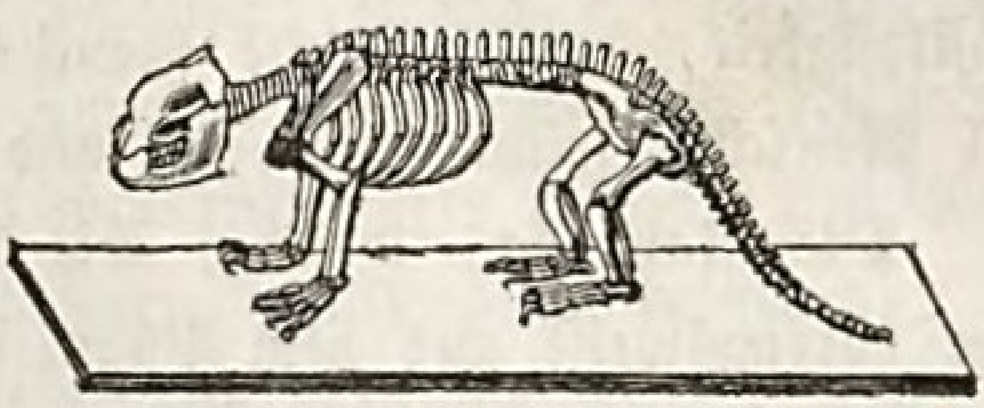


Fig. 349. Das Stachelschwein (Hystrix cristata). — 1/6 d. nat. Gr.

und welche man nicht selten als Pinselstiele benützt. Die Schnauze der Nagethiere ist stets ganz behaart. Die Hasen tragen sogar einen Zug von kurzen Haaren im Maule, und nicht minder unter der ganzen Fuß- und selbst der Zehensohle. An der Oberlippe tragen die Nager ausgezeichnete Schnurrhaare. Dieselbe ist bei fast allen, zur Bequemlichkeit beim Nagen, gespalten. Die Wangen sind bei vielen zu Backentaschen erweitert, wie beim Hamster, Ziesel u. a.

Die Bildung des Knochenbaues (Fig. 349, a) ist bei den Nagethieren schlank und beweglich, so daß diese Thiere überall hindurchschlüpfen und leicht laufen, hüpfen oder klettern können. Die Kiefer sind zugespitzt; der Unterkiefer ist zum Behufe des Nagens mit einer solchen Gelenkeinrichtung versehen, daß derselbe sich von vorn nach hinten hin- und herschieben kann, Seitenbewegungen dagegen aber unmöglich sind. Die Höhe dieses Kiefers und besonders seines Kronfortsatzes (Fig. 344) erlaubt den Ansatz starker Kaumuskeln. Ebenso dient ein rückwärts gerichteter Vorsprung desselben, welcher sich bei dieser Ordnung der Haarthiere nicht minder auszeichnet, als bei den Fleischfressern. Die Nase bildet wegen der starken Entwicklung der Zwischenkiefer, in denen die Nagezähne wurzeln, mit der Schädelfläche eine fast gerade oder gar ausgebogene Linie, so daß man jede Spur von einer vorragenden Stirn vermißt. Hiezu kommt noch, daß die Augen dieser Thiere völlig seitwärts gerichtet sind, was ebenfalls dazu beiträgt, ihrem Gesichte ein eigenthümliches, vogelähnliches Ansehen zu geben. Da die Nager viel aufrecht sitzen, wobei der Kopf leicht getragen wird, so haben ihre Nackenwirbel nicht auffallende Dornfortsätze; dagegen müssen sehr lange und oft gar zu einer gemeinsamen Leiste verwachsene Dornen der Rücken-, Lenden- und Kreuzbeinwirbel den Rückenmuskeln die zu solcher Körperstellung nöthige Festigkeit geben. Die Wirbelsäule läuft bei fast allen in einen Schwanz aus; bei den Halbhufern ist dieser sehr kurz (den Meerschweinchen fehlt er sogar gänzlich); dagegen bei vielen andern sehr lang, bei den Eichhörnchen zweizeilig, bei den Siebenschläfern buschig behaart, bei den echten Mäusen (Hausmaus, Ratte u. s. w.) schuppig-haarig, bei den Bibern (Fig. 347) breit, platt, mit starken Schuppen belegt. Den Sphinguren dient der Schwanz zum Greifen und Klettern, den Springmäusen (Fig. 346, a) aber, welche nur auf den Hinterbeinen zu stehen pflegen, als Stütze. Die Schlüsselbeine sind bei den Nagethieren fast immer ausgebildet, und um so stärker, als die Thiere zu graben und zu klettern pflegen; beim Meerschweinchen sind sie ganz verkümmert, beim Stachelschweine gar nicht vorhanden. Die Unterarme sind wenig beweglich, kaum drehbar, indem nur bei denjenigen Gattungen, welche klettern, die beiden Unterarmknochen gesondert, bei allen übrigen aber dieselben ganz mit einander verwachsen sind. Auch die Knochen des Unterschenkels verwachsen bei vielen Thieren dieser Ordnung im untern Theile mit einander. Manche Nager haben ziemlich gleichlange Vorder- und Hinterfüße, obwohl die letzteren stets etwas überwiegend sind, so z. B. die Eichhörnchen, Siebenschläfer, Hamster, Mäuse, Meerschweine, Stachelschweine, Biber; bei andern aber sind die Hinterfüße weit länger, zum Springen eingerichtet, wie bei den Hasen


Fig. 349. a. Das Skelett des Bibers. — 1/30 d. nat. Gr.

und Kaninchen. Ebenso ist es bei den Springmäusen; bei diesen aber ist die Bildung des Fußes auch innerlich besonders ausgezeichnet, indem alle Fußknochen, wie bei den Vögeln, in einen einzigen zusammengewachsen sind, welcher sehr lang ist und unten die Zehen trägt. Sehr eigenthümlich ist es, daß die hasenartigen Nagethiere theilweise poröse Knochen besitzen, wie z. B. die Oberkiefer derselben ganz siebartig durchlöchert sind.

Die Muskeln der Nagethiere sind im Vergleich zur Kleinheit des Körpers kräftig und geben den Bewegungen dieser Thiere die Heftigkeit, Schnelligkeit und Rastlosigkeit, durch welche manche ebenso niedlich und possirlich sind, als andere den Menschen leicht erschrecken und durch stete Unruhe belästigen.

Die Nahrung, welche, wie schon erwähnt, viele Nager ausschließlich, alle aber vorzugsweise aus dem Pflanzenreiche, und nicht gerade von der leichtverdaulichsten Art, wählen, wird von denjenigen Gattungen, welche Schlüsselbeine haben, mit den Vorderpfoten zum Maule gebracht und beim Nagen gehalten (Fig. 343). Die Verdauungswerkzeuge sind, der Nahrung angemessen, sehr lang, und zu mehrer Verlangsamung der Verdauung ist der Blinddarm sehr ausgedehnt und bei manchen größer als der Magen selbst. Auffallend ist, daß er den Siebenschläfern dagegen ganz fehlt. Als Pflanzenfresser bieten die Nager dem Menschen eine treffliche Nahrung dar. Die Hasen sind allgemein gesucht, die Kaninchen ebenfalls in den Gegenden, wo sie wild leben. Die Biber waren, als sie ehedem in Deutschland noch häufig waren, eine beliebte Fastenspeise. Die Siebenschläfer wurden bei den alten Römern als Zartgericht gemästet. Die Murmelthiere sind in einigen Gegenden sehr beliebt. Die Ratten werden wohl nur wegen des Schreckens, welchen Viele vor ihnen haben, in einigen Ländern gehaßt, während man sie in andern sehr schätzt. Manche Nagethiere sind eines Bisamgeruches wegen fast ungenießbar. Doch gerade der eßbare Biber ist an Bisam vorzüglich reich und sondert denselben in besonderen Drüsen aus, aus welchen man ihn sorfältig sammelt und in den Apotheken unter dem Namen Castoreum als wichtiges Arzneimittel aufbewahrt. Nützen indessen die Nagethiere dem Menschen ihrer Kleinheit wegen als Fleischspeise nicht so erheblich, so nähren sich um so mehr zahllose Raubthiere von ihnen, theils vierfüßige (Fleischfresser), theils Vögel. Von diesen werden sie in so ungeheurer Menge vertilgt, daß diese Verzehrung mit einer andern Größe im Verhältniß steht, nämlich mit der ungeheuren Vermehrung der Nagethiere. Die Feldmäuse (Fig. 350) und Hamster liefern von dieser dem Menschen ein oft nur allzufühlbares Beispiel. Aber es scheint, daß die Kaninchen alle andern Säugethiere hierin übertreffen, indem von einem einzigen Paare nach Jahresfrist mehr als hundert, nach vier Jahren aber schon über eine Million Nachkommen abstammen können. Die Nagethiere bringen nicht nur eine oft sehr große Zahl von Jungen zugleich zur Welt, sondern sie werfen auch mehrmals in einem Jahre, einige alle

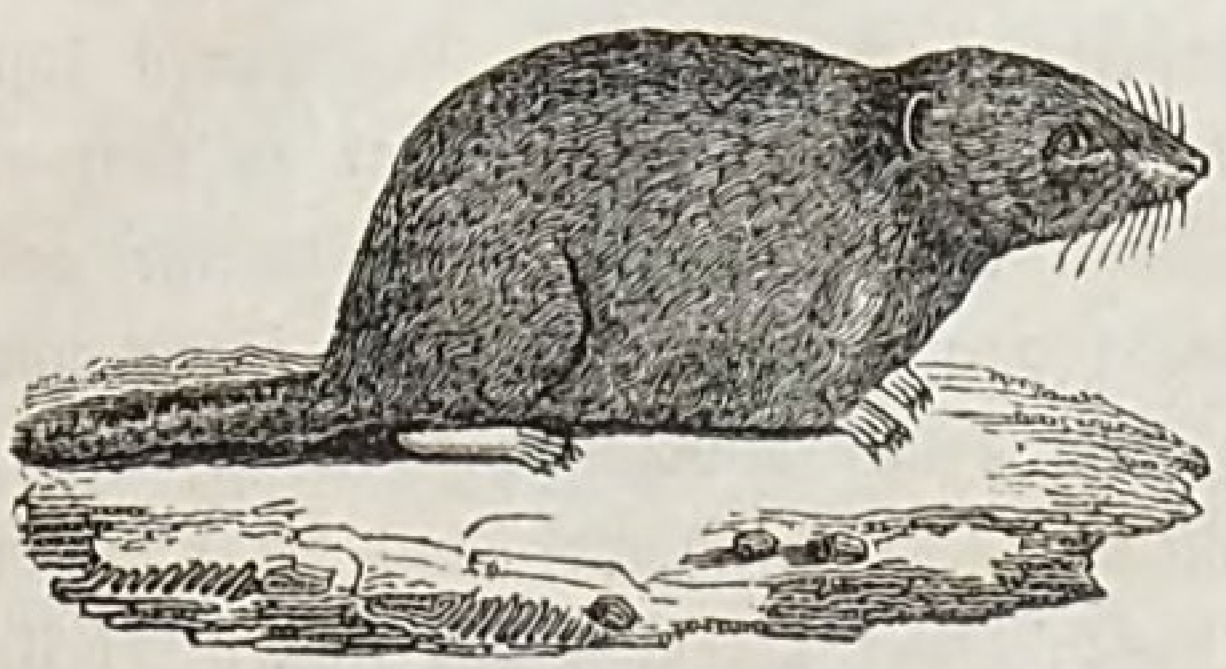


Fig. 350. Die Feldmaus (Hypudaeus arvalis). $^2/_3$ d. nat. Gr.

Monate. Die Jungen sind anfangs ganz hülflos, nackend und blind, auch theilweise taub.

Das Gehirn der Nagethiere ist dem der Insektenfresser sehr ähnlich, glatt und ohne bedeutende Faltungen, und somit sind auch die Fähigkeiten derselben sehr beschränkt. Selten unterscheidet ein Nagethier, sei es auch noch so sehr an Menschen gewöhnt, seinen Verpfleger von andern Menschen. Von den Sinnen ist außer dem Geruchssinne auch der Gehörssinn bei diesen Thieren bedeutend entwickelt; dagegen sehen sie ziemlich schlecht und sind großentheils lichtscheu, deßhalb auch meistens nächtliche Thiere. Die äußeren Ohren sind bei den Hasen und Kaninchen sehr lang und behaart, bei andern, wie den Eichhörnchen, zwar kürzer, aber durch lange Haarpinsel zugespitzt, bei den echten Mäusearten groß und nackthäutig, bei den Bibern kurz, bei den Wühlmäusen fast unbemerkbar, bei den Zieseln fehlen sie ganz. Bei den Wasserratten ist das Ohr im Pelze versteckt und durch eine Deckelklappe verschließbar. Die Augen sind bei manchen Nagern sehr groß, wie bei den Hasen, bei andern klein und verborgen, bei den Blindmäusen (Fig. 351), welche stets unter der Erde wühlen, wie bei den Mullwürfen, ganz unter dem Felle versteckt.



Fig. 351. Die Blindmaus (Spalax Pallasii). — ½ d. nat. Gr.

Bewundernswürdige Instinkte, welche manche Nagethiere besitzen, scheinen mit obigem Urtheile über ihre Fähigkeiten und mit der Einrichtung ihres Gehirnes in Widerspruch zu stehen; doch werden wir uns hierüber nicht täuschen lassen, da wir bemerken, daß die Nagethiere ihre Instinkte auch in der Gefangenschaft und selbst da, wo sie gar keine Anwendung finden und völlig unnütz sind, ausüben oder auszuüben versuchen. Diese Instinkte beziehen sich vorzüglich auf das Graben von Gängen in der Erde, die Einrichtung von nestartigen, unterirdischen Lagern oder wirklichen Nestern über der Erde, und die Aufspeicherung von Nahrungsvorräthen. Die Wühlmäuse (Feldmäuse) machen sich zahllose unterirdische Gänge. Die Erdgräber oder Bläßmolle wühlen und werfen Hügel, wie die Mullwürfe; die Kaninchen und viele andere durchwühlen ebenfalls die Erde in vielen Richtungen. Der Hamster macht sich eine Höhlung mit zwei Ausgängen, einem schrägen für die Erde und einem senkrechten zum Ein- und Ausschlüpfen. In dieser Höhle (Kessel genannt) hat er sein Lager, und viele Seitenlöcher führen in besonders angelegte Vorrathskammern, in denen dieses Thier, welches zuweilen eine arge Landplage für manche Gegenden wird, bis auf 60 Pfund Getreides ansammelt. Einfacher legen die Eichhörnchen in hohlen

Bäumen und Erdlöchern Vorräthe von Nüssen, Eicheln u. s. w. an. Das sibirische Schoberthier macht ordentlich Heu, indem es Kräuter abbeißt, dieselben im Sonnenscheine zum Trocknen ausbreitet, sodann in Schobern aufhäuft, deren jedes Thier viele zu besitzen pflegt, und von deren jedem ein unterirdischer Gang zum Lagerplatze des Thieres führt. Auch die Murmelthiere sammeln Heuvorräthe. Während sich die Zwergmaus im mittleren Europa in oben verbundenen Getreidehalmen ein luftiges, zierliches Nestchen erbaut, wissen die Biber sich in Gewässern kolossale, dammähnliche Winterwohnungen zu errichten. Die vielbewunderten Thiere fällen gemeinsam Bäume und Zweige mit den Zähnen, schleppen dieselben ins Wasser, bringen sie mit Hülfe der Strömung an einen Platz, wo sie dieselben wie einen Verhau im Wasser zusammenrichten. Sie flechten dann dünnere Zweige dazwischen, füllen die Zwischenräume mit Hülfe der breiten Pfoten mit Lehm und Schlamm, und bauen endlich auf diesem Damme noch backofenförmige Hütten. In den oberen trockenen Räumen dieser Gebäude leben die Thiere familienweise, in den unteren nassen Räumen häufen sie Vorräthe von Baumrinden an.

Die Nagethiere leben großentheils gesellschaftlich, und zwar einige, wie die Kaninchen, stets, andere wenigstens in gewissen Zeiten, z. B. die Biber nur im Winter. Die Mäuse und andere leben familienweise. Die Lemminge sammeln sich zu Zeiten in ungeheuren Heerden und machen dann auch weite Wanderungen, auf denen sie selbst durch das Wasser nicht aufgehalten werden. Diese Wanderungen werden hauptsächlich bei Nacht ausgeführt, richten überall ungeheure Verwüstungen an und sind eine furchtbare Landplage für die nördlichsten Gegenden Skandinaviens. In Kamtschatka wohnt eine kleinere Rattenart, welche in jedem Frühlinge in zahllosen, dichten Schaaren weite Wanderungen durch Sibirien gegen Westen unternimmt und im Herbste wieder nach Kamtschatka zurückkehrt. Bei keiner andern Ordnung der Haarthiere finden sich so ausgezeichnete Beispiele regelmäßiger Wanderungen, zu denen dieselben durch einen unbegreiflichen, von selbst und ohne Beihülfe irgend welcher Ueberlegung in ihnen erwachenden, Trieb gezwungen werden, als bei den Nagethieren.

Einige Nagethierarten haben einen Winterschlaf, wie die Murmelthiere und Siebenschläfer, welche bekanntlich dadurch sprichwörtlich sind.

Manche Gattungen dieser Ordnung sind sehr zum Albinismus geneigt, so z. B. die Kaninchen und Mäuse, aber auch viele andere. Eine seltsame Krankheit findet sich bei dem angorischen Kaninchen, dessen feine lange Haare so dicht stehen und sich mitunter so verfilzen und ballen, daß das Thier aus Mangel an Ausdünstung sterben muß — was an den sogenannten Weichselzopf beim Menschen erinnert, eine an den Niederungen des Weichselflusses nicht ganz seltene Krankheit.

Die gemäßigten Gegenden der Erde sind es vorzugsweise, welche von den Nagethieren bewohnt werden; doch sind auch die heißen Länder reich an verschiedenen Gattungen. In den kalten, selbst den fast immer winterlichen Gegenden fehlen sie auch keineswegs, indessen sind es wenige Arten, welche dort gedeihen und welche durch Menge der Individuen (die Lemminge im Kjölengebirge) das ersetzen, was der Mannigfaltigkeit der Arten fehlt.

Schon in den ältesten Schichten der Erde, welche überhaupt Reste von Haar-

thieren enthalten, finden sich Spuren von Nagern, welche als Pflanzenfresser schon vor Erschaffung der Fleischfresser existiren konnten; sie finden sich jedoch anfangs nur sparsam in den alttertiären Bildungen, aber bald zunehmend in den mitteltertiären, und nähern sich sodann in den neutertiären in Mannigfaltigkeit der Arten und Häufigkeit den Verhältnissen, welche die Nagethiere heutigen Tages darbieten.

Sechste Ordnung.

Die Zahnlücker. Edentata.

Uebersicht.

a. Pflanzenfresser.
 1. Familie. Faulthiere. Bradypoda (Gravigrada).
b. Insektenfresser.
 2. Familie. Scharrthiere. Dasypoda (Fodientia).
 3. Familie. Ameisenfresser. Myrmecophaga (Lipodonta).

Der für die durchweg fremdländischen, höchst seltsamen Faulthiere, Gürtelthiere, Panzerthiere, Schuppenthiere, Erdschweine und Ameisenfresser gewählte lateinische Name bedeutet so viel als „Zahnlose"; man nennt dieselben passender „Zahnlücker", indem diese Geschöpfe keineswegs alle ganz zahnlos sind, das große Gürtelthier sogar von allen auf dem Lande lebenden Haarthieren die meisten Zähne hat, dagegen wirklich alle die auffallendste Zahnlücke zeigen, welche es geben kann, nämlich die, welche durch den völligen Mangel der Vorderzähne entsteht. Die Faulthiere, welche Blätter fressen, haben Eckzähne und Backenzähne; die Gürtelthiere (Fig. 352), welche, wie alle übrigen, Insekten, theilweise auch Aas fressen, entbehren der Eckzähne, mit Ausnahme einer Art, welche an den Ecken stehende obere Schneidezähne besitzt, sind dagegen mit sehr zahlreichen, beim großen Gürtelthiere zusammen die Zahl von 98 erreichenden, Backenzähnen versehen; die Panzerthiere haben wenige Backenzähne, noch wenigere das Erdschwein, und endlich die Schuppenthiere und Ameisenfresser sind wirklich ganz zahnlos. Die Zähne der Edentaten sind höchst einfach, pflockähnlich und kalkig hornig, von faserig röhrigem Gewebe, wie bei keinem andern Thiere. Und dennoch liegt hierin nicht der Charakter dieser Thiere, welchen man besser treffen würde, wenn man ihnen den Namen Steifthiere gäbe, indem dieselben sowohl durch Plumpheit des Knochenbaues, zumal der Gliedmaßen, und durch Verwachsung der Knochen an den Gelenken, als auch durch außerordentliche Vollwüchsigkeit der Haut und ihrer Bedeckungen nur der steifsten, unbehülflichsten und langsamsten Bewegungen fähig sind. Sie sind in dieser, sowie in vieler anderer Hinsicht der gerade Gegensatz zu den Nagethieren, die z. B. gerade vorn die größten Zähne haben. So sind die Edentaten im Vordertheile weit stärker als im Hintertheile, fressen eben so wenig und eben so langsam, als sie verdauen, obwohl ihnen allen der Blinddarm völlig fehlt. Von Allem diesem lernten wir bei den Nagern

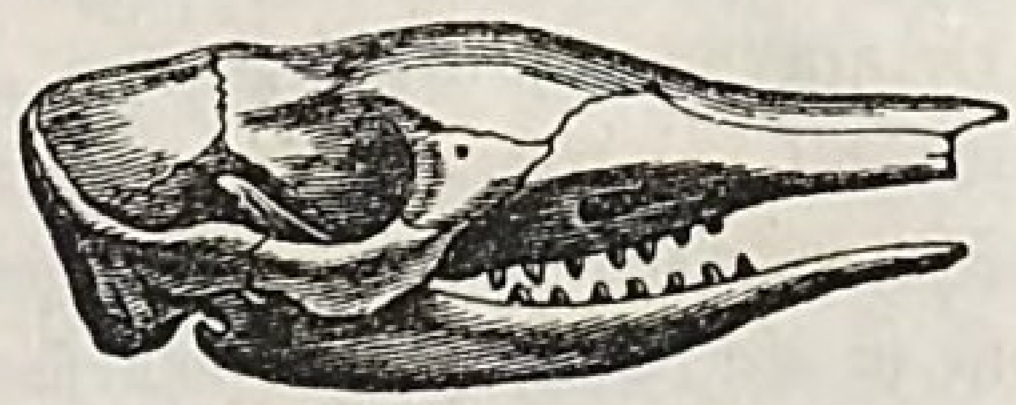


Fig. 352.
Schädel des Gürtelthieres (Dasypus tricinctus).

gerade das Gegentheil kennen. Während die Nagethiere freibewegliche schlanke Zehen haben, sind die der Edentaten theilweise verwachsen, und vorn nicht mit feinen Krallen, sondern mit plumpen, die Zehenspitzen hufähnlich umfassenden, dabei aber doch krallenartig gebogenen Klauen bewaffnet. Und um den Vergleich und Gegensatz vollständig zu machen, gibt es unter den Edentaten solche, welche wie die Eichhörnchen stets auf Bäumen weilen: die Faulthiere, und wieder andere, welche wie so viele Nager im Boden scharren und wühlen: die Gürtel-, Panzer- und Schuppenthiere, sowie die Erdschweine und Ameisenfresser. Das Gehirn dieser Thiere ist äußerst einfach, ihre Fähigkeiten sind äußerst gering. In allem Uebrigen sind sie sehr verschieden.

Die Faulthiere (Fig. 353) zeichnen sich vor den andern durch einen runden Kopf, mit kurzem affenähnlichen Schnauzentheile aus. Ihre Vorderbeine, besonders die Oberarme, sind doppelt so lang als die hinteren; die Füße, deren Zehen in der Haut stecken, mit zwei oder drei langen krummen Krallen versehen, die Knochen in den Gelenken großentheils verwachsen. Die Haut ist mit den gröbsten, sprödesten, heuähnlichen Haaren, deren Umfang mit Längsfurchen kannelirt ist, dicht und lang bekleidet. Diese Thiere können sich fast nicht bewegen, was vermuthlich außer der Steifheit ihrer Gelenke auch noch damit zusammenhängt, daß die Arterien ihrer Gliedmaßen sich im Körper in zahlreiche Aestchen zertheilen, welche sich erst später wieder in einen Stamm vereinigen, von dem dann die gewöhnlichen Aeste abgehen — eine Einrichtung, die sich außer diesen Thieren nur bei den trägen Lori's unter den Halbaffen findet und die Cirkulation des Blutes sehr erschweren muß. Die Faulthiere hangen an Bäumen, fressen langsam, ihr Magen ist in vier Säcke getheilt und sie entleeren sich nur etwa alle vierzehn Tage einmal. Ihr Fleisch wird in Brasilien gegessen. Zur Zeit bringen sie ein Junges, welches gleich an der Mutter hangen bleibt und an Brustzitzen gesäugt wird. Hätten diese Thiere nicht die langen Krallen, sowie die Steifigkeit, mit der sie ihre Feinde halten, und den geschützten Aufenthaltsort, so würden sie bald von Raubthieren ausgerottet sein, obwohl sie ein äußerst zähes Leben haben. Sie schreien A-i und werden daher auch wohl so benannt.



Fig. 353.
Das dreizehige Faulthier (Bradypus tridactylus). 1/12 d. nat. Gr.

Alle übrigen Edentaten haben spitze lange Schnauzen. Die Gürtelthiere (Fig. 354), auch Tatus oder Armadille genannt, sind mit einer äußerst dicken und steifen, in Form von einigen großen Schildern verknöcherten, Lederhaut bedeckt, über welcher die Oberhaut noch dicke Hornschilder und Schienen bildet. Beim Panzerthiere trägt nur der Kopf und Rücken eine solche Decke, wogegen Hals, Brust, Bauch und Gliedmaßen mit sehr dichten Haaren bedeckt sind. Die Hufkrallen sind bei diesem Thiere besonders plump.



Fig. 354. Das Gürtelthier (Dasypus tricinctus). 1/10 d. nat. Gr.

Das Schuppenthier (Fig. 355) oder Pangolin sieht durch die dicken, breiten Hornschuppen, welche aus zusammengewachsenen Haaren zu bestehen scheinen, fast wie ein Tannzapfen aus, hat aber durch seinen langen Schwanz, welcher die sonst bei Haarthieren beispiellose Zahl von achtundvierzig Wirbelknochen enthält, eine eidechsenähnliche Gestalt. Das Erdschwein ist nur mit dicker, kurzbehaarter Lederhaut bekleidet. Die Ameisenfresser (Fig. 356) aber sind mit langen und dichten, be-

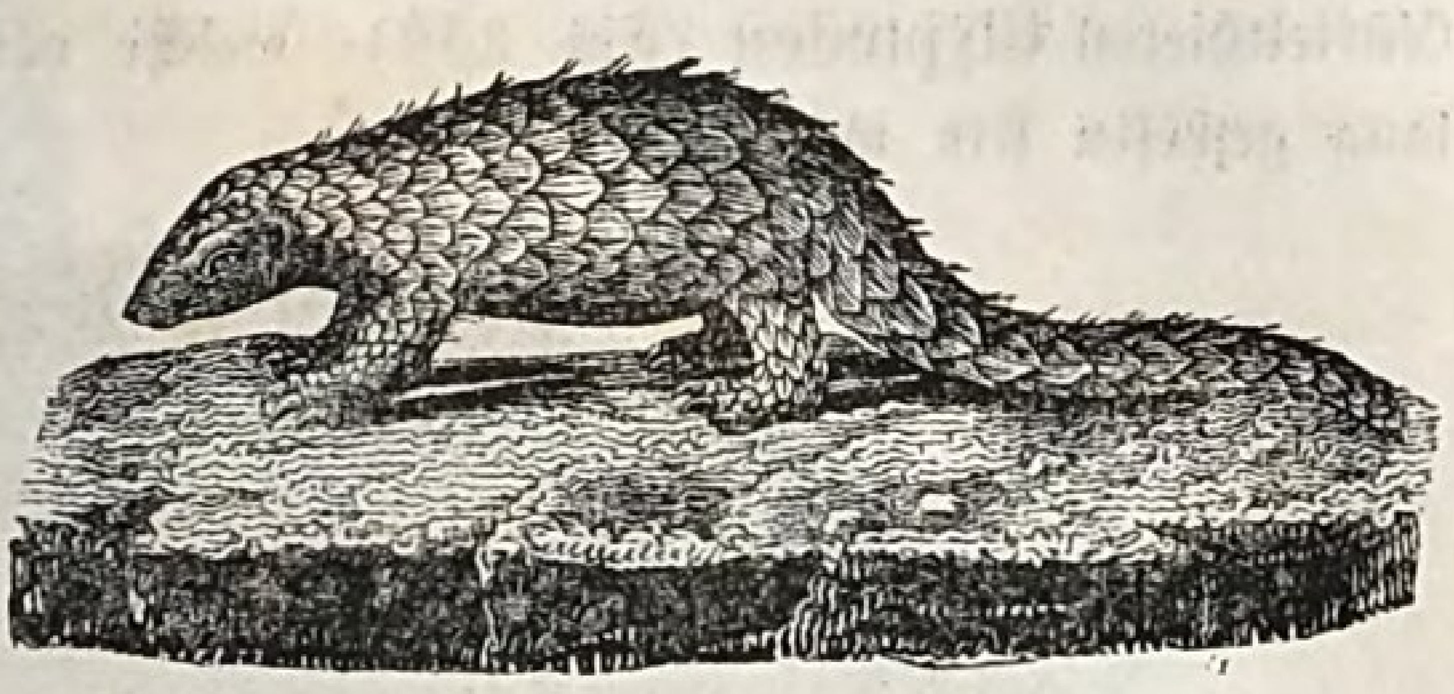


Fig. 355. Das Schuppenthier (Manis brachyura). $^1/_{15}$ d. nat. Gr.



Fig. 356. Der Ameisenfresser (Myrmecophaga jubata). $^1/_{40}$ d. nat. Gr.

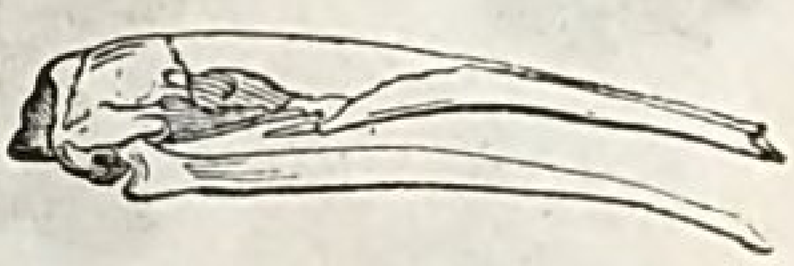


Fig. 357. Der Schädel des Ameiserfressers.

sonders am Hinterleibe und Schwanze zottigen Haaren bedeckt, deren breite, platte, in der Mitte rinnenförmig vertiefte Form sie Grasblättchen ähnlich macht. Die Rippen dieser Thiere sind außerordentlich breit, die Aeste des Unterkiefers äußerst schmal und fast ohne Kronenfortsatz. (Fig. 357). Die Gürtelthiere und Panzerthiere leben unter der Erde, indem sie sich Höhlen und Gänge scharren. Die Erdschweine, Schuppenthiere und Ameisenfresser wühlen die Ameisen- und Termitenhaufen auseinander und fangen an ihrer lang vorstreckbaren, faden- oder wurmförmigen Zunge die genannten Insekten, von denen sie sich nähren. Die Schilder und Schuppen der einen, der ungeheure Haarwuchs der andern, scheinen von diesen Thieren sowohl die Erde, in welcher sie scharren, als auch die Angriffe der stechenden Insekten abzuhalten. — Alle diese Thiere werden in den Ländern, in welchen sie leben, für Leckerbissen gehalten.

Die Faulthiere, Gürtelthiere, Panzerthiere und Ameisenfresser wohnen in Südamerika, die Erdschweine und Schuppenthiere im warmen Afrika, nur ein Schuppenthier auch im indischen Asien. In der jetzigen Schöpfung sind diese so ungewöhnlich gebildeten Thiere nur wenige Fuße groß (höchstens 3 in der Länge). Dagegen finden sich in der neutertiären, also zunächst vor der Zeit der Erscheinung des Menschengeschlechts auf der Erde gebildeten, Bodenschichten, besonders in Südamerika, jedoch einzeln auch in andern Erdtheilen, Skelette von



Fig. 358. Skelett von Megatherium Cuvieri. — $^1/_{40}$ d. nat. Gr.

den riesenhaftesten, bis 12 Fuße langen und 7 Fuße hohen Faulthieren **Megatherium** (Fig. 358) und **Mylodon**, deren Knochenbau das Plumpeste ist, was man in der Thierwelt sehen kann, sowie Skelette und Schilder von ebenso riesenhaften Gürtelthieren **Glyptodon** (Fig. 359), welche ohne den Schwanz mindestens 10 Fuße lang gewesen sein müssen.

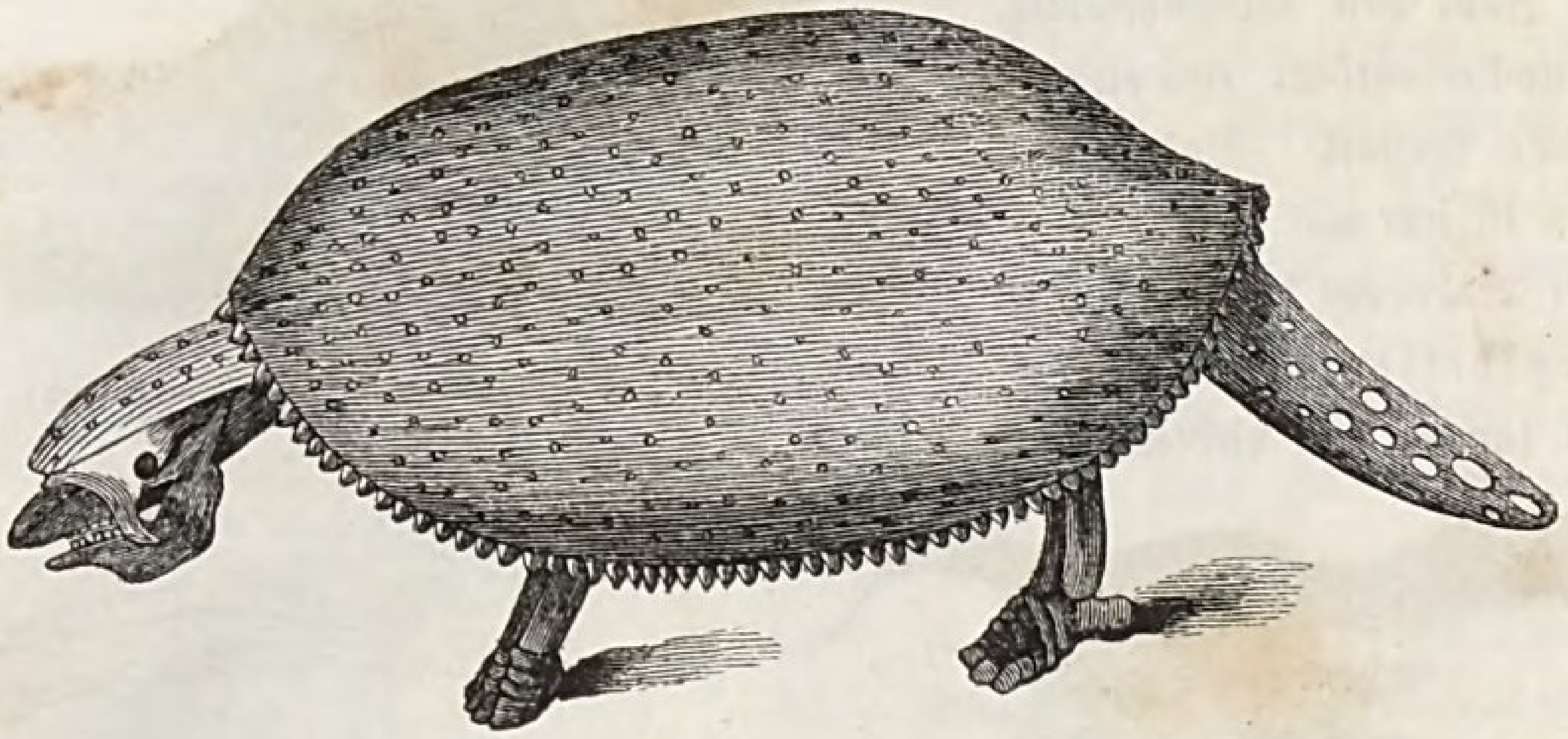


Fig. 359. Skelett von Glyptodon clavipes. — 1/40 d. nat. Gr.

Siebente Ordnung.

Die Wiederkäuer. Ruminantia.

Uebersicht

1. Familie. Kameelartige (Tylopoda).
2. Familie. Giraffen (Devexa).
3. Familie. Geweihträger (Cervina).
4. Familie. Hornträger (Cavicornia).

Unter allen Haarthieren sind die Wiederkäuer für den Menschen die wichtigsten: das Kameel, das Lama, das Rennthier, das Geschlecht des Rindviehes und alle andern großen und kleinen Thiere, welche eine Geweih= oder Hörnerzier auf der Stirne tragen, gehören zu dieser Ordnung. Es finden sich unter denselben sehr viele große, ja fast die allergrößten Vierfüßer, z. B. der Auerochs, welcher das gewaltigste Thier ist in ganz Europa. Die Giraffe (Fig. 360) ist mit ihrem langen Halse weitaus das höchste von allen Thieren; die Kameele stehen ihr wenig nach; die Rinder, Hirsche und besonders die Elennthiere, sowie manche rind= oder roßähnliche Antilopen übertreffen noch die größten Fleischfresser, und selbst die Ziegenarten und das Geschlecht der Schafe, die doch unter den Wiederkäuern schon klein genannt werden, überbieten noch die meisten jener raubgierigen Thiere an Körpermasse. Kaum sollte man vermuthen, daß auch das Moschusthierchen (Fig. 361), ein Reh von der Leibesgröße eines Kaninchens und mit nur fingersdicken Füßen, noch hieher gehören könne. Die Gestalt der Wiederkäuer ist nicht sehr verschieden und leicht erkennbar; sie sind, mit Ausnahme der langhalsigen, buckligen Kameele und der noch langhalsigeren, auf dem Rücken nach hinten abschüssigen Giraffen oder Cameloparde, alle fast nach einem Modelle gebaut, im Allgemeinen ziemlich hochbeinige, oder richtiger hochfüßige, Thiere mit stark



Fig. 360. Die Giraffe (Camelopardalis Giraffa) — $^1/_{40}$ d. nat. Gr.



Fig. 361. Das Moschusthierchen (Moschus moschiferus). — $^1/_6$ d. nat. Gr.



Fig. 362. Der Schädel der Hirschkuh (Cervus elaphus femina).
z Zwischenkieferbein.

hervorragenden Knochengelenken an den dürren hageren Gliedmaßen, dickem, etwas plumpem und sehr knocheneckigem Rumpfe, der im Brusttheile sein Uebergewicht hat und im Kreuze verhältnißmäßig schwächer ist (bei den Kameelen und Giraffen ist dies Verhältniß ganz ins Uebermaß getrieben) immer mit ziemlich langem schmalem Halse, mäßigem Kopfe und meistens kurzem Schwanze.

Sicherer als an der Gestalt, erkennt man jedes zu den Wiederkäuern gehörige Thier an dem Gebisse (Fig. 362) und besonders an dem Merkmale, daß in der

obern Kinnlade die Vorderzähne (Schneidezähne) gänzlich fehlen (mit einziger Ausnahme zweier eckständiger beim Kameele), während in der Unterkinnlade deren acht, (beim Kameele nur 6) aber nicht, wie bei den bisher beschriebenen Thieren, mehr oder weniger senkrecht, sondern schräg nach vorn stehende vorhanden sind, welche gegen einen, die Oberkieferzähne ersetzenden hornigen Wulst, oder eine scharfe, mitunter fast einem Schnabelrande zu vergleichende, Hornleiste drücken und genügend sind, um auf diese Weise Blätter und Stengel von den Gräsern, Kräutern, Sträuchern, Büschen oder hohen Bäumen, je nachdem es die Länge des Halses jeder Thierart gestattet, abzurupfen. Die genannten Pflanzentheile bilden die alleinige Nahrung der Wiederkäuer. Eckzähne fehlen diesen Thieren meistens gänzlich, oder sind doch nur klein und abgerundet; nur die Kameelartigen haben sie oben und unten $\left(\frac{1\ 1}{1\ 1}\right)$, die Hirschartigen oft im Oberkiefer $\left(\frac{1\ 1}{0\ 0}\right)$; die eigentlichen Hornträger haben nie Eckzähne. Merkwürdig ist der Umstand, daß die kleinen Moschusthierchen (Fig. 361), die einzigen hirschartigen Wiederkäuer, welche nie Geweihe haben, lange hauerartige Eckzähne, welche lang aus dem Maule herabragen, im Oberkiefer besitzen. Alle Wiederkäuer haben jederseits oben und unten $\left(\frac{6\ 6}{6\ 6}\right)$, seltener nur fünf oder vier, breite Backenzähne, deren Kaufläche mit tiefen und scharfen Schmelzfalten versehen ist, wie solche zum Zerquetschen und Zerschaben der harten Pflanzennahrung geeignet sind.

Ebenso kenntlich als die Zähne sind die Zehen dieser Thiere. Dieselben sind die alleinige Stütze des Körpers, da die Fußsohle senkrecht steht, und es sind stets nur die zwei mittleren Zehen verhältnißmäßig ausgebildet. Je mehr bei den Thieren überhaupt die Füße der alleinigen Bestimmung zum Gehen dienen, um so geringer finden wir die Zahl der ausgebildeten Zehen. Das Endglied derselben steckt bei den Wiederkäuern in schuhähnlichen dicken Hornnägeln, welche man Klauenhufe nennt. Da diese beiden Hufe jedes Fußes mit einer geraden Fläche gegen einander stehen, nach vorn und den Seiten aber ebenmäßig abgerundet sind, so haben sie das Ansehen eines durchgespaltenen Hufes, woher man die Wiederkäuer auch wohl „Thiere mit gespaltenen Klauen (Bisulca)“ nennt. Außer den beiden großen Zehen haben die Wiederkäuer alle, mit alleiniger Ausnahme der Kameelartigen und der Giraffen, zwei kleinere, welche an der nach hinten gekehrten Fußsohle hangen und so kurz sind, daß sie selten den Boden berühren. Auch diese sogenannten Afterklauen tragen kleine Hufe. Dieselben verursachen beim Laufen, zumal der Rennthiere (Fig. 363), indem beim Heben jedes Fußes die Vorderklauen gegen sie fallen, ein klapperndes Geräusch. Bei den Kameelen sind die allein vorhandenen Vorderhufe sehr klein, nagelartig, gleichmäßig zugerundet und stecken nur auf der äußersten Spitze der ziemlich langen Zehen, deren schwielige Sohle bei ihnen ganz zusammengewachsen ist.

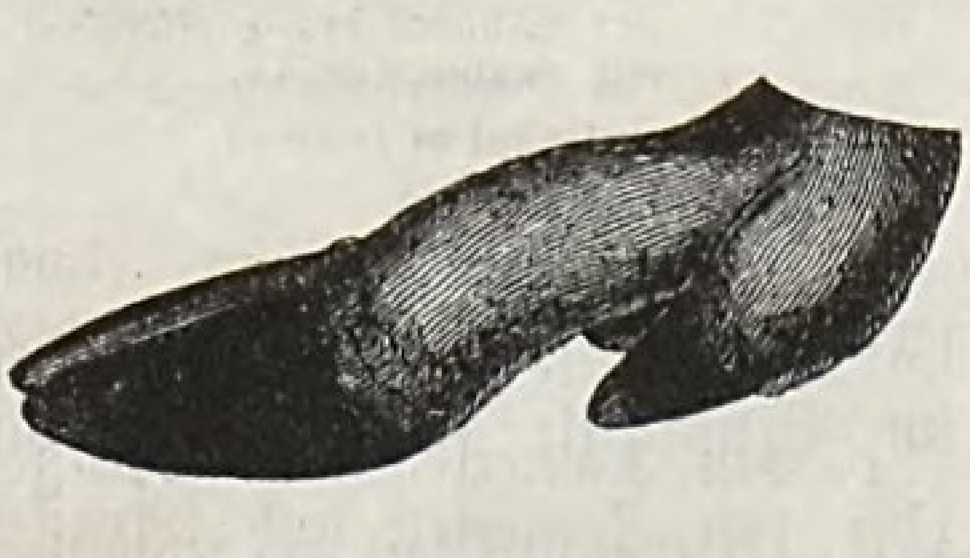
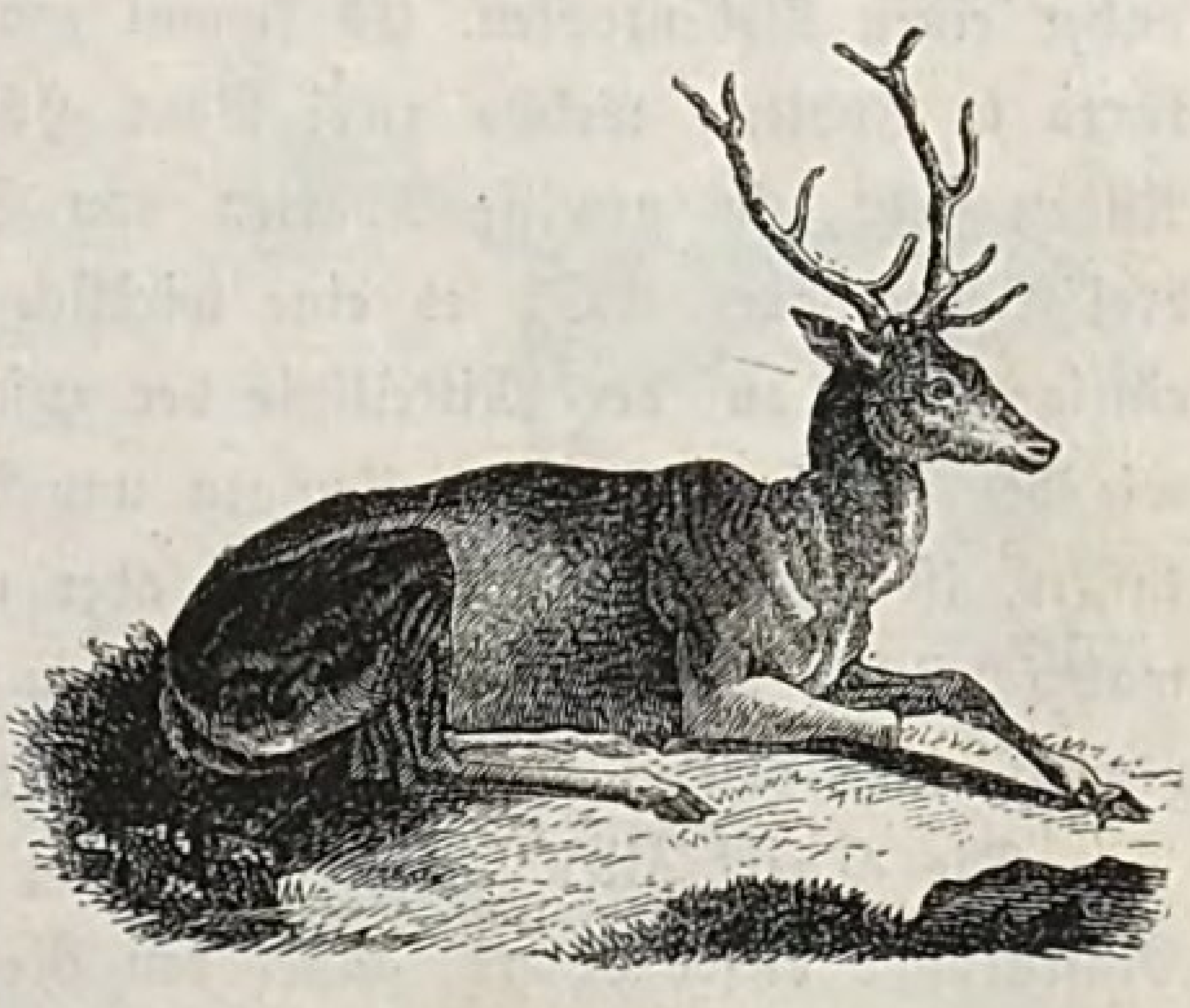


Fig. 363. Der Fuß des Rennthieres (Cervus tarandus).

Mit Ausnahme der Kameele und Moschusthierchen tragen alle männlichen und oft auch die weiblichen Wiederkäuer eine Waffe auf der Stirne. Die Giraffen

haben, und zwar beide Geschlechter, auf jedem Stirnbein einen starken, zapfenförmigen Knochenauswuchs, welcher mit Haut und Haaren überzogen und auf dem Gipfel mit einem längeren Haarbüschel besetzt ist. Bei den hirschartigen Wiederkäuern bildet sich, indem ähnliche Anschwellungen der Stirnbeinknochen entstehen, eine Schwiele in der Lederhaut auf jeder Anschwellung. Nachdem ein kurzer, fester Stirnbeinzapfen (der Rosenstock) entstanden ist, wächst die Schwiele schnell zu einem dicken, warzenartigen Polster, dann zu einem langen kolbenförmigen Zinken empor, indem die stark erweiterten Blutadern jener Kopfgegend ein Uebermaß von Säften dorthin führen. Der so erwachsene Kolben ist anfangs weich, mit Oberhaut (Bast) und Haaren bedeckt, von sehr dicken, wurmförmig daran hinaufkriechenden Aderzweigen umzogen und durch viele Nerven sehr empfindlich. Später wird derselbe durch Ansammlung von Kalk in dem Gewebe der Lederhaut knorpelig und endlich ganz knöchern. Besonders verknöchert auch der untere Saum des Kolbens gleich über dem Stirnbeinzapfen (Rosenkranz), welcher in warzenförmigen Auswüchsen wuchert und durch diese die dort heraufsteigenden Adern verdrückt. Dann hört das Leben in dem Kolben allmählig völlig auf, die Oberhaut trocknet und fällt (fegt sich) ab, der nackte, knochenartige Geweihzinken aber bleibt stehen und ist fest mit dem Stirnbeinzapfen verknöchert. Im folgenden Frühlinge aber, wenn das Blut des Thieres wieder stärker zum Kopfe strömt, entsteht da, wo das Geweih den Stirnzapfen berührt, durch zudringende Säfte eine Lostrennung; das Geweih fällt ab; der Rosenstock überwächst sogleich mit einer neuen Leder- und Oberhaut, die aber schnell wieder zu einem Kolben aufwächst, welcher nun jedoch nicht wie der erste, einfach, sondern durch einen Ast gegabelt ist. Jedes Jahr mehrt sich die Zahl der Aeste am Geweihe, so daß dieselbe einen ungefähren Schluß auf das Alter des Thieres erlaubt. Die Geweihe, welche sich sämmtlich auf solche Weise bilden, und welche also nicht als Theile des Gerippes, sondern vielmehr als verknöcherte Hautauswüchse zu betrachten sind, haben bei den verschiedenen Thieren sehr mannigfaltige, bald ästigen, runden Baumzweigen ähnliche (Fig. 364), bald platte, hand- oder schaufelförmig ausgebreitete (Fig. 368) und zackige Gestalten. Bei den meisten hirschartigen Thieren fehlen sie den Weibchen, bei den Rennthieren allein auch diesen nie.


Fig. 364 Der Edelhirsch (Cervus elaphus mas). 1/40 d. nat. Gr.

Die Hörner, welche allen andern Wiederkäuern, also den zahlreichen Antilopen- und Rindvieh-, den Ziegen- und Schafarten zukommen, bilden sich anders. Auch bei diesen erwächst ein Hügel auf jedem Stirnbeine, welcher, mit Ausnahme der Antilopen, innen hohl und zellig zu sein pflegt und allmählig zu einem langen, meistens gebogenen und spitzen Kegel wird. Ueber diesem bildet sich nicht eine Verdickung der Lederhaut, sondern diese bleibt sehr dünn und weich, fast schleimig, dagegen auf dieser eine hornartige Schwiele der Oberhaut, welche

einem Bündel aneinander geleimter Haare gleicht und kuppenförmig oder zinkenförmig auf dem Knochenzapfen sitzt. Die stets lebendig und saftreich bleibende Lederhaut sondert stets neue Hornlagen aus, welche die ältern in die Höhe schieben und fest mit denselben verwachsen, und da sie alle sich über dem Stirnbeinzapfen formen, so stellen sie eine Reihe innig in einander gewachsener Hohlkegel dar. Da die Bildung der neuen Hornmasse auch periodisch stärker geschieht, wie zu andern Zeiten, so sieht man an den Hörnern ringförmige Ansätze, deren Zahl einen Schluß auf das Alter des Thieres gestattet. Die Hörner sind also eigenthümliche Bildungen der Oberhaut, wie alle hornigen Theile, an welchem Punkte des Körpers und bei welchem Thiere wir sie auch finden mögen. Die Masse der Hörner ist faserig — es sind gewissermaßen, wie schon gesagt worden, dicht zusammengewachsene Haare. Hörner finden sich bei männlichen und weiblichen Thieren, bei ersteren aber meistens ausgezeichneter und, mit Ausnahme der Antilopen, bei den Weibchen nicht immer. Gewöhnlich sind die Hörner gekrümmt (Fig. 365), bei jeder Thierart nach einer besondern Weise, bei den Widdern ganz schneckenförmig, bei andern Thieren S=förmig oder nur bogenförmig, bei manchen Antilopen sind sie sogar ganz gerade. Für jede Thiergattung ist die runde oder kantige, und zwar bald gradkantige, bald spiralkantige, oder aber die glatte oder höckerige, geringelte oder gedrehte Form der Hörner sehr bezeichnend. Bei der Kabrilantilope in Nordamerika bekommt der Stirnzapfen der Hörner sogar einen astartigen Auswuchs am Grunde, und das Horn daher einen Nebenzapfen. Es kommt endlich auch eine Antilopenart vor, der Tschikarra in Indien, welche zwei Paar Hörner besitzt, deren vorderes noch vor den Augen steht, ja gewisse Abarten von Schafen im südlichen Afrika haben mitunter drei Hörnerpaare. Ob es eine wirklich einhörnige Antilope gibt, bei welcher das einzige Horn auf der Mittellinie der zusammengewachsenen Stirnbeine stehen würde, wie die fabelhaften Beschreibungen und Abbildungen des „Einhornes" vermuthen lassen, ist noch nicht ausgemacht, aber neuerdings durch indische Nachrichten wieder wahrscheinlich geworden. Das Männchen der Giraffe hat vor seinen beiden Knochenzapfen einen dritten kürzeren auf der Vereinigungslinie der Nasenbeine.



Fig 365
Der Kopf der Ziege (Capra hircus).

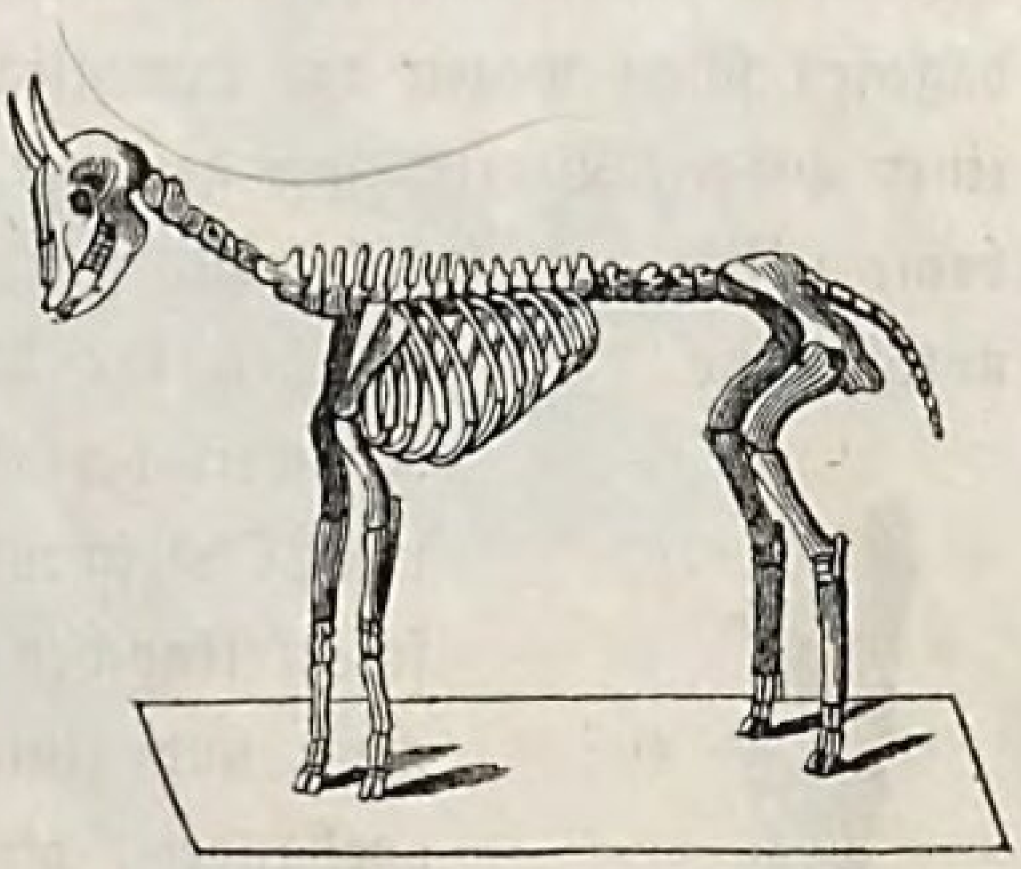
Die Haut aller Wiederkäuer gibt ein starkes und treffliches Leder. Nur die Nasenkuppe dieser Thiere, außer den Rennthieren und Elennthieren, ist nackt, meist feucht, und scharf begrenzt. Auf dem ganzen übrigen Körper sind sie dicht bedeckt, theils mit steifen, kurzen und geraden, theils mit zarten langen, mehr oder weniger krausen und selbst wollig zotteligen Haaren. Die Haare mancher Arten, besonders die des Rennthieres und Moschusthieres, haben Längsfurchen, so daß ihre Durchschnittsfläche nicht rund, sondern buchtig erscheint. — Die Nahrung und das Klima der von den Thieren bewohnten Länder ist auf die Beschaffenheit dieser für den Menschen so äußerst nutzbaren Bedeckungen von dem größten Einflusse. Auf günstig gelegenen Bergebenen, wie in den Hochebenen des mittleren Asiens und Afrika's, erzeugt sich bei den Ziegen (Kaschmirziege, Angoraziege) und bei den Schafen die

feinste seidenartigste Wolle. In Europa sind die spanischen Merinoschafe die feinwolligsten, und wenn dieselben auch in andern Ländern nur durch die sorgsamste Pflege vor Ausartung geschützt werden können, so hat man doch durch Vermischung der in jedem Lande einheimischen Schafracen mit diesem edleren Stamme in den verschiedensten Gegenden Europa's jetzt feinwollige Schafe zu erziehen gewußt.

An einzelnen Theilen des Körpers haben manche Wiederkäuer längere Haarbüschel oder Mähnen. So haben alle hirschartigen Thiere Haarbüschel an den Hinterläufen (Füßen), das Elennthier, viele Antilopen und Rinderarten haben Nackenmähnen, einige Büffel und der Auerochs sind sogar am ganzen Halse und an der Brust mit Mähnenhaar behangen. Das Gnu (eine Antilope) trägt eine Mähne sogar im Gesicht; die Geißböcke und das Elennthier geben das Beispiel von Knebelbärten am Kinn; die Rinder nnd viele Antilopen haben Haarschöpfe am Ende des Schwanzes, und einige Antilopen sogar lange Wedel, fast wie die Rosse. — Die Haut der Zunge ist bei den Wiederkäuern mit hornigen Warzen und selbst mit stachligen Spitzen bedeckt.

Die Kameele zeichnen sich aus durch eine gespaltene Oberlippe. Das Elennthier und das Rindvieh, von letzterem besonders gewisse Racen der zahmen Rinder, haben um die Gurgel eine weite schlotternde Hautfalte, die sogenannte Wamme. Die Kameele haben an der Brust und den Handwurzeln (irrthümlich wohl Kniee genannt), sowie an den Fersen dicke Schwielen, welche ihnen möglich machen, auf dem heißen, harten oder sandigen Boden sich niederzubeugen, und nachdem sie in dieser Stellung beladen sind, langsam wieder zu erheben.

Der Knochenbau der Wiederkäuer (Fig. 366) ist sehr stark. Der Kopf hat einen sehr langen Schnauzentheil mit weit vorgestreckten Kinnladen, während der Schädeltheil, dessen Mittellinie mit dem Nasenrücken eine gerade Linie bildet, ganz hinter demselben liegt, und zwar ziemlich breit und hoch, aber keineswegs innen sehr geräumig ist. Die Wände derselben sind nämlich theilweise sehr dick aufgetrieben und selbst hohlzellig, wie die Stirnbeine mit ihren Auswüchsen. Die Aeste des Unterkiefers sind immer getrennt (außer bei den Kameelen und Lama's); die Gelenkgruben, welche denselben entsprechen, flach, so daß eine allseitige Bewegung beim Kauen möglich ist. Bei allen Wiederkäuern, besonders aber den Hirschen, findet sich im Angesichte jederseits eine Lücke zwischen dem Stirn-, Nasen-, Thränen- und Oberkieferbeine (Fig. 362). Die Länge des Halses dieser Thiere (Fig. 366, a) wird keineswegs durch eine größere Zahl, sondern nur durch größere Länge der Halswirbel hervorgebracht, selbst die Giraffe hat nur die bei den Säugethieren gewöhnliche Zahl von 7 Halswirbeln. Diese Wirbel tragen sehr geringe Dornen, und ihre Beweglichkeit wird außerordentlich vermehrt dadurch, daß dieselben mit Gelenkköpfen und Gelenkgruben verbunden sind. Man findet unter den Haarthieren nur bei den Rossen die gleiche Einrichtung und die gleiche Gelenkigkeit des Halses.


Fig. 366.
Das Skelett der Ziege (Capra hircus).

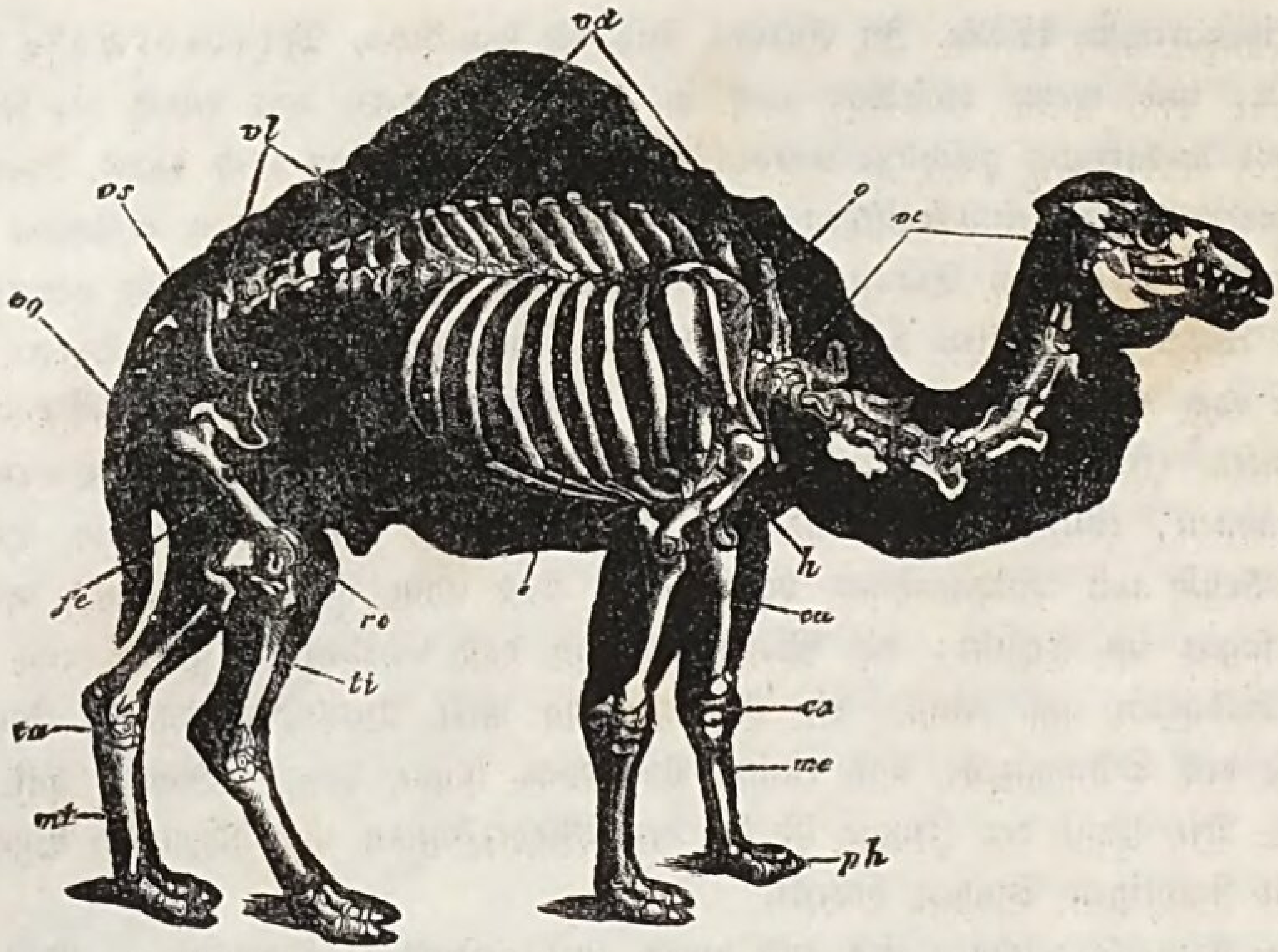


Fig. 366. *a.* Das Skelett des Kameeles (*Camelus dromedarius*). *

* *vc* Halswirbel; *vd* Rückenwirbel; *vl* Lendenwirbel; *vs* Kreuzwirbel; *vq* Schwanzwirbel; *c* Rippen; *o* Schulterblatt; *h* Oberarm; *cu* Armspindel; *ca* Handwurzel; *mc* Knochen der Mittelhand; *ph* Fingergelenke; *fe* Schenkelknochen; *ro* Kniescheibe; *ti* Schienbein; *ta* Fußwurzel; *mt* Mittelfuß.

Die Wirbelsäule trägt auf dem Rücken, besonders zwischen beiden Schultern hohe senkrechte Dornfortsätze zur Anheftung der starken Muskeln, welche den Hals und den, durch die Länge des Halses schwer zu tragenden Kopf dieser Thiere halten und bewegen. Man nennt diese wichtige Vorragung den Widerrüst. — Die Beine der Wiederkäuer dienen dem Körper nur als Stützen zum Stehen und Gehen, sind dagegen schon wegen der beweglichen Fußbildung weder zum Greifen, noch zu irgend einer andern Verrichtung geeignet. Diesen Thieren waren daher auch die Schlüsselbeine völlig entbehrlich und finden sich bei keinem, da keinerlei Seitenbewegungen nöthig sind. Die Steifheit der Beine würde diese auch nicht einmal gestatten. Die Knochen der Gliedmaßen sind nämlich sehr stark; die Oberarm- und Oberschenkelknochen, aber auch die Unterarm- und Unterschenkelknochen kurz und dick, von den beiden Knochen der Unterarme und Unterschenkel nur eine sehr dicke Spindel und Schiene vorhanden, die Elle kaum angedeutet und die Spange oder Fessel noch mehr verkümmert, so daß gar keine Drehung dieser Glieder möglich ist. Die sehr langen mittleren Knochenspeichen der Mittelhand und des Mittelfußes (Fig. 367), welche die beiden großen Zehen tragen, sind ebenfalls zusammengewachsen, und nur mitunter finden sich neben diesen noch griffelartige Spuren von den übrigen Mittelhand- und Mittelfußknochen. Bei vielen Wiederkäuern sind die Hinterbeine mehr oder weniger kürzer als die Vorderbeine (z. B. bei der Giraffe, den Kameelen, dem Elennthiere), so daß der Rücken nach hinten abschüssig ist. Die Knochen der Wiederkäuer bringen dem Menschen vielfachen Nutzen, theils als Material zu vielen Gegenständen der Kunstarbeit, theils als

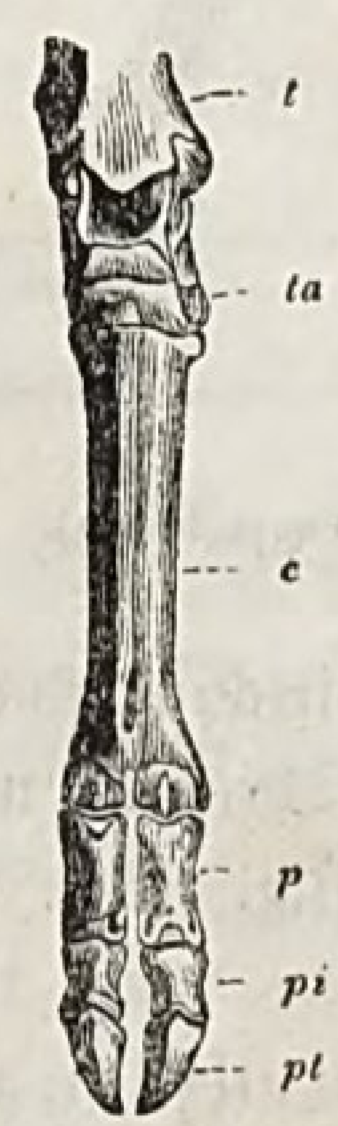


Fig. 367. Der Hinterfuß des Hirsches. *

* *t* Schienbein; *ta* Fußwurzel; *c* Mittelfuß; *p* Fesselglied; *pi* Kronenglied; *pt* Hufglied.

sehr wirksamer Dünger, zu welchem Behufe man sie zermahlt, theils als Rohstoff zur Bereitung des Phosphors und des Leimes, theils verkohlt (Knochenkohle) zur Reinigung (Raffination) des Rohrzuckers. Die Knochen des Rennthieres vertreten den Lappländern oft die Stelle des Holzes bei Anfertigung von Waffen und selbst von Schlitten.

Die Muskeln der Wiederkäuer sind dick und grobfaserig, wie man es an gekochtem Rind- oder Schaffleische so trefflich sehen kann, im Verhältnisse zur Masse der Thiere nicht sehr stark, aber doch zu schnellen Bewegungen, besonders der Gliedmaßen, geeignet, indem die Streckmuskeln derselben gegen die Beugemuskeln bedeutend bevorzugt sind, weßhalb die meisten rasch laufen, die schlankeren anmuthig springen und stürmisch galoppiren können. Den seltsamsten Gang haben die Giraffen und Dromedare, indem dieselben stets mit den beiden Füßen einer Seite zugleich vortreten. Die Rücken- und Nackenmuskeln sind bei den großköpfigen Horn- und Geweihträgern äußerst kräftig und befestigen sich am Widerrüst. Das sehnige Nackenband entspringt bei den kurzhalsigeren Thieren von den vorderen Rückenwirbeln, bei der langhalsigen Giraffe dagegen von den Kreuzbeinwirbeln. Das Fleisch der Wiederkäuer ist für den Menschen das beliebteste, gesundeste und nahrhafteste; er nimmt es von wilden und zahmen Thieren und verdankt ihnen beinahe seine sämmtliche Fleischspeise. Der Lappländer kennt kaum anderes Fleisch als das der Rennthiere (Fig. 368). Bei

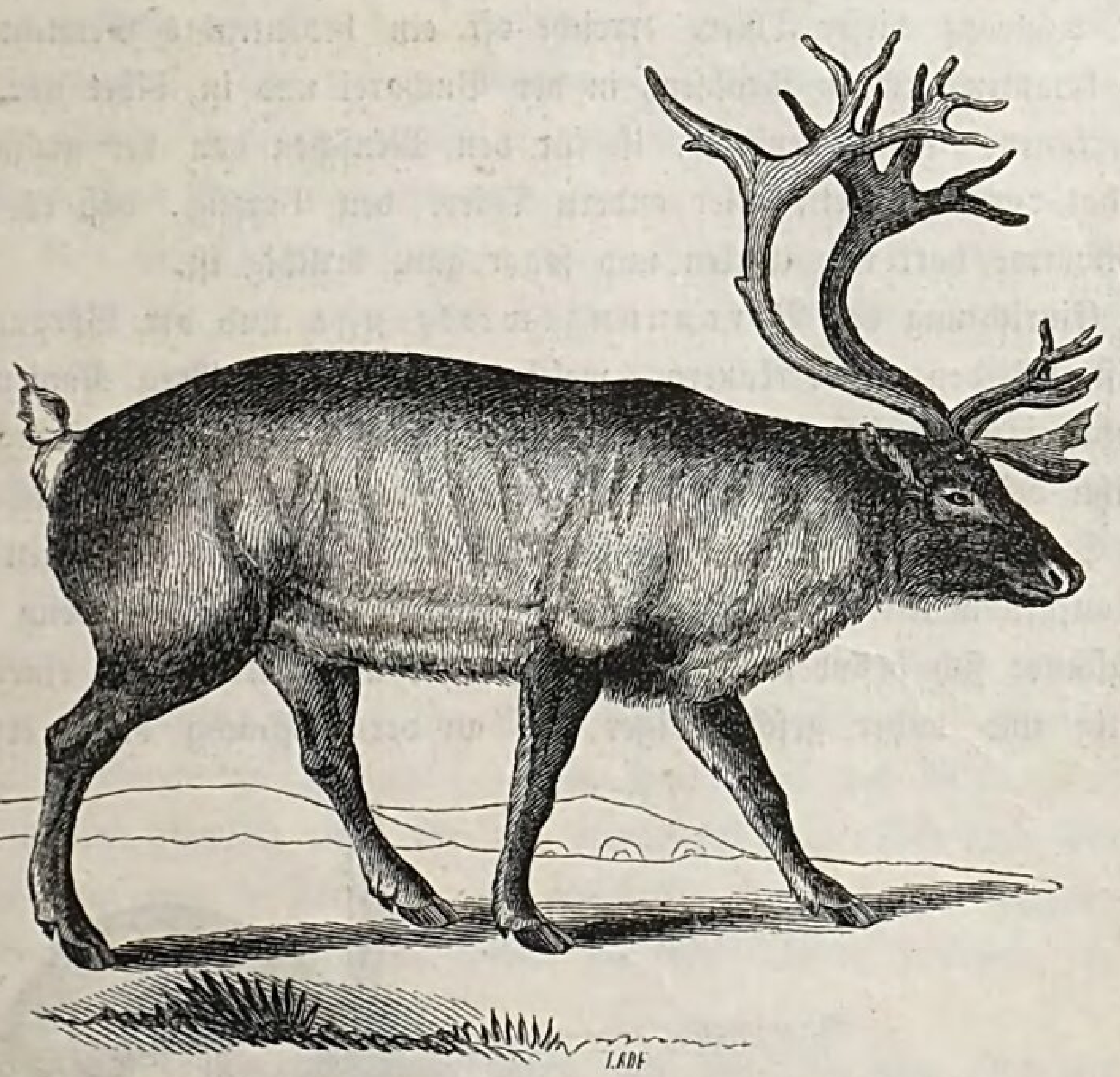


Fig. 368. Das Rennthier (Rangifer tarandus). — 1/40 d. nat. Gr.

den civilisirten Völkern strebt die Kunst der Viehzucht danach, das Fleisch vorzugsweise der Rinder und der Schafe zu vermehren und zu verbessern. Indem man den Thieren das nahrhafteste Futter in der zweckmäßigsten Form und Abwechslung darreicht und sie zu unnatürlich ruhigem Verhalten des Körpers zwingt, erreicht man in dieser Beziehung Außerordentliches. Die ruhige Gemüthsart dieser Thiere, welche

man bei den männlichen, in der Brunstzeit wilderen, durch Abtödtung des Geschlechts (Castration), wodurch die Stiere zu Ochsen, die Widder oder Schafböcke zu Hammeln werden, noch befördert, begünstigt diese Bemühungen. Besonders läßt sich auch die Bildung und Ablagerung von bedeutenden Fettmassen in dem Zellgewebe zwischen den Muskeln bei den Wiederkäuern um so leichter erreichen, als manche von ihnen dazu von Natur eine große Anlage haben. Bei den Kameelen z. B. findet sich stets ein großer, buckelartig den Rücken erhöhender Fettklumpen unter der Haut über den Rückenwirbeln, bei einigen (den sogenannten Trampelthieren) sind sogar zwei solche vorhanden. Einen ähnlichen geringeren Fettbuckel haben die Rinder der heißen Zone zwischen den Schultern. Die Kameele sind durch ihre Buckel, welche dem Menschen das Aufpacken großer Lasten auf den Rücken dieser merkwürdigen Geschöpfe ermöglichen und für das Thier, weichen Polstern gleich, die Ladung minder fühlbar machen, die wichtigsten Lastthiere zweier Erdtheile, Afrika's und Asiens, geworden. — Gewisse Schafe haben große Neigung, fett zu werden, und man hat aus solchen in England eine eigene Fetthammelrace erzogen. Im südlichen Afrika bringt auf eine noch unerklärbare Weise die Natur des Landes die Neigung aller warmblütigen Thiere, zumal am Hinterleibe, fett zu werden, hervor, und diese äußert sich dort bei den Menschen (Hottentotten) fast eben so auffallend, als bei den Schafen. Bei diesen letzteren entwickelt sich der Hintertheil zu zwei unförmlichen Fettballen, und selbst der Schwanz dieser Thiere erreicht oft ein bedeutendes Gewicht. Aehnliche Fettschafe kommen auch in Arabien, in der Bucharei und in Tibet vor. Das Fett der Wiederkäuer, Talg genannt, ist für den Menschen von der größten Wichtigkeit und hat vor dem Fette aller andern Thiere den Vorzug, daß es bei gewöhnlicher Luftwärme hart und trocken und sogar ganz brüchig ist.

Die Einrichtung der Verdauungswerkzeuge und der Vorgang der Verdauung ist bei den Wiederkäuern, welche eben hiervon ihren Namen empfangen haben, sehr eigenthümlich. Diese Thiere haben nämlich statt eines einfachen Magens, wie wir ihn bei andern Thieren finden, deren vier (Fig. 369), welche am untern Ende der Speiseröhre so liegen, daß die Speise willkürlich in den einen oder andern derselben aufgenommen werden kann, oder vielmehr daß dieselbe, wenn sie in einem groben Zustande sich befindet und die Speiseröhre aufweitet in den einen, und wenn sie breiartig und daher geschmeidiger ist, an der Oeffnung dieses ersten Magens

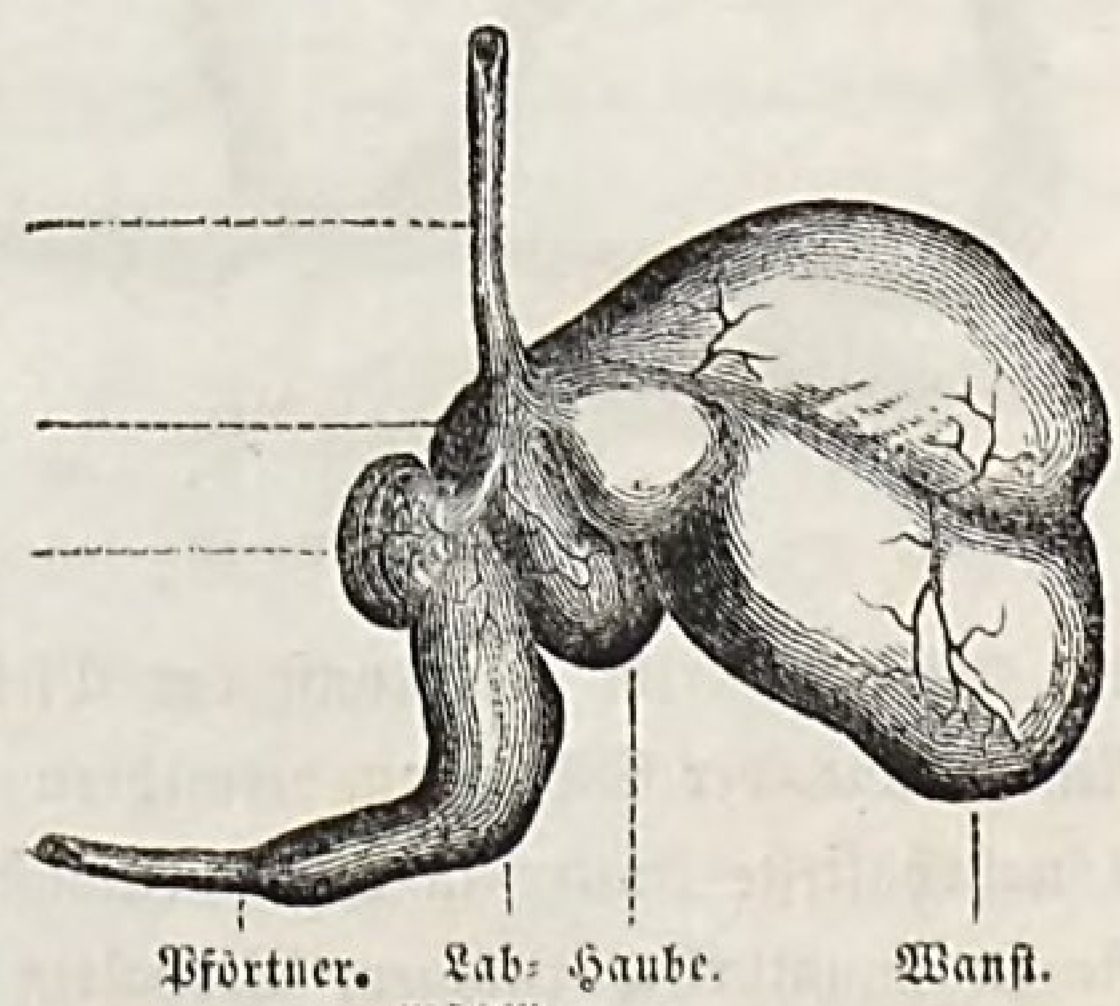


Fig. 369. Die Mägen des Schafes (Ovis aries).

vorbeigleitend in den zweiten, wenn sie dagegen ganz flüssig ist, schnell abwärts fließend in den dritten und vierten Magen fällt. Der erste und größte Magen heißt der Pansen oder Wanst, ist innen (Fig. 370) mit feiner Haut bekleidet und mit Papillen besetzt, und nimmt, zumal auf der linken Seite des Thieres, einen großen Theil des Bauches ein. Dieser Magen ist eine Vorrathskammer; er nimmt die harten und trockenen, beim Fressen abgerupften und nur gröblich zerkleinerten Kräuter in großer Menge auf. Dann während das Thier der Ruhe pflegt, geht das Futter aus

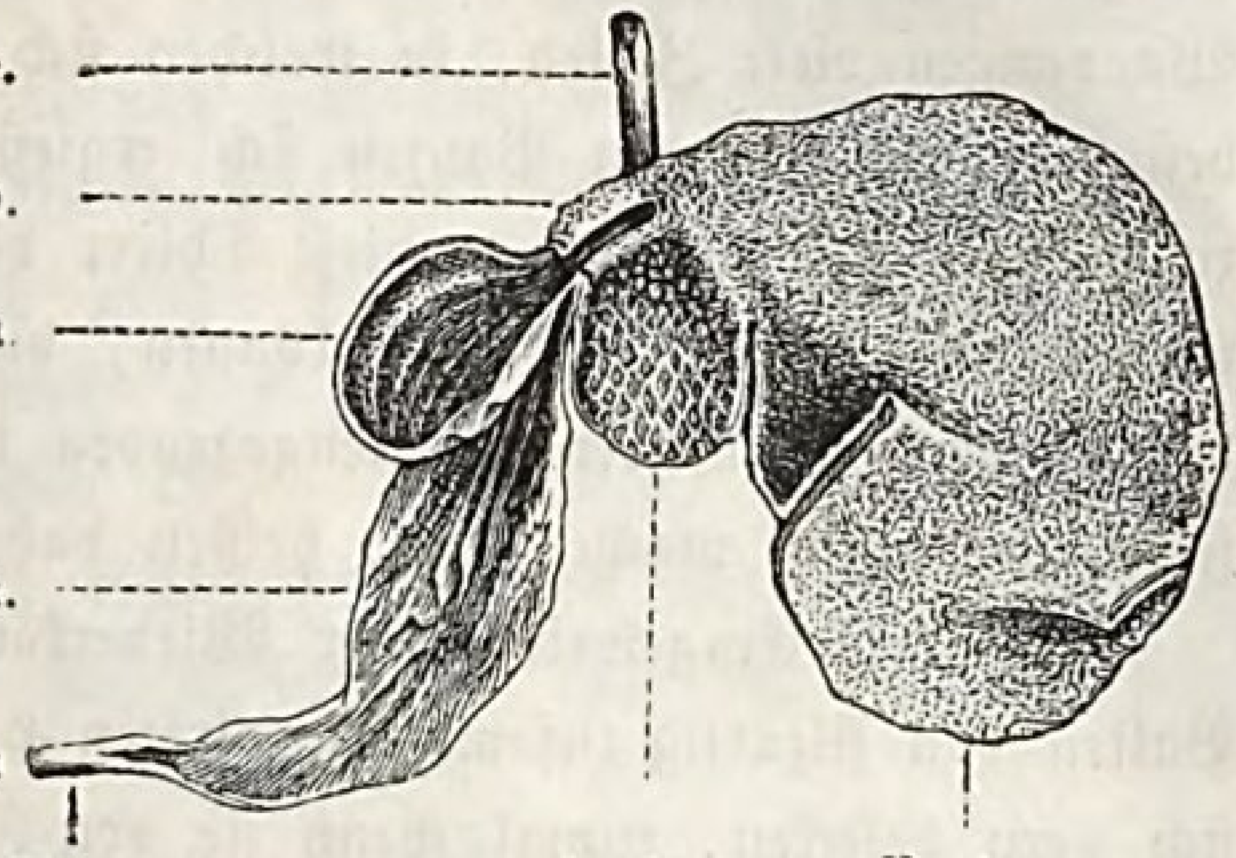


Fig. 370. Das Innere der Mägen des Schafes.

dem Pansen portionenweise in den zweiten, weit kleineren Magen, die Haube oder der Netzmagen genannt, wegen der, aus vorragenden Hautfalten gebildeten bienenzellenartigen Maschen, welche ihn innen bekleiden. Im Netzmagen wird jede Portion eingeweicht und zu kleinen Ballen geformt, welche dann allmählig in das Maul hinaufgestoßen werden und hier zum zweitenmale einer Käuung und gründlichen Zerkleinerung unterliegen. Die wiedergekäueten und breiartigen Speisen gehen in den dritten Magen hinab, welcher an Größe dem zweiten gleicht und seiner breiteren, wie die Blätter eines Buches an einander liegenden, Hautfalten wegen den Namen des Buches oder Psalters bekommen hat. Aus diesem Magen endlich gelangt die Speise, ebenso wie das getrunkene Wasser, in den vierten Magen, den eigentlichen Verdauungsmagen, welcher Labmagen genannt wird, beim erwachsenen Thiere in der Größe zwischen dem Pansen und der Haube die Mitte hält, inwendig mit Runzeln versehen und dem einfachen Magen anderer Thiere zu vergleichen ist. Bei den säugenden Thieren fließt die Milch unmittelbar in den Labmagen, welcher im jugendlichen Alter auch viel größer ist, als die andern. Der Labmagen, oder vielmehr der saure, zur Verdauung so wichtige, Schleim desselben, wird bekanntlich (besonders der von Kälbern) bei der Käsebereitung häufig und allgemein benützt, um die Milch gerinnen zu machen. — Der Darmkanal der Wiederkäuer ist sehr lang, der Dickdarm ziemlich enge und der Blinddarm lang. Alle diese Einrichtungen waren nöthig, um eine so harte, wenig nahrhafte und daher in großer Masse erforderliche Nahrung, wie diejenige, welche die Wiederkäuer genießen, zu verdauen und dem Körper nutzbar zu machen.

Gerade durch die große Genügsamkeit mit der elendesten Nahrung sind die nützlichen Wiederkäuer dem Menschen besonders wichtig. Fast kein Thier kann da sich nähren, wo die Rennthiere in den Polarländern monatelang unter dem Schnee die trockene Rennthierflechte hervorscharren, von welcher sie sich nähren, ja aus welcher in ihrem Körper die nahrhafteste Milch, dieses „tägliche Brod" der Lappländer und anderer nördlicher Völker sich bildet. Unsere Rinder nehmen mit dürrem Heu, die Geißen mit hartem Laube, ja selbst mit holzigen Stengeln vorlieb; den

Schafen der Heidegegenden Deutschlands genügt das trockene zähe Heidekraut, welches für sie meilenweite braune Weiden in den sandigen Ebenen darstellt. Das Kameel übertrifft an Genügsamkeit fast alle andern Wiederkäuer — selbst altes Korbgeflecht ist ihm nicht zu schlecht, um es zu fressen. Der Pansen der Kameele hat in seinen Wandungen viele Zellen, in welchen sich beständig wässerige, bitterliche Feuchtigkeit befindet, um, in den Pansen sich ergießend, zur Befeuchtung der Nahrungsmittel zu dienen. Hiedurch haben diese Thiere die wichtige Fähigkeit, sehr lange ohne den Genuß von Wasser leben zu können, durch welche allein sie zur Durchwanderung der ungeheuren dürren Wüstengegenden tauglich sind und diese für den Menschen selbst zugänglich machen. Sie heißen daher „Schiffe der Wüste".

In den Eingeweiden der Wiederkäuer finden sich nicht selten eigenthümliche Ballen von filzartig zusammengewirkten Haaren. Diese rühren daher, daß die Thiere sich gern belecken, zumal wenn sie von Insekten geplagt werden. Die Haare sammeln und knäueln sich im Magen und erreichen dort mitunter eine gewaltige Größe. — Auch Kugeln oder Knollen von verhärtetem, mit steinigen Stoffen vermischtem Schleime finden sich nicht selten im Magen und in den Eingeweiden. Unter dem Namen Bezoarsteine sammelte man sie ehemals als wichtige Heilmittel, um so gesuchter, je unbekannter das Thier war, von welchem sie stammten. Jetzt gibt man nichts mehr darauf. — Auch die verhärtete, aus den Thränendrüsen ausgesonderte Feuchtigkeit, welche sich in den Thränengruben der Hirsche ansammelt, bildet einen Bezoar (Hirschbezoar). — Wichtig ist das Aussonderungsprodukt einer am Bauche der Moschusthierchen befindlichen Hautdrüse, der vertrocknetem Blute ähnlich sehende, in geringster Quantität noch außerordentlich stark duftende und auf die Nerven äußerst heftig einwirkende Moschus, welcher eins der kostbarsten, aber auch kräftigsten Arzneimittel ist. Aehnliche, aber schwächere Aussonderungen finden sich bei vielen Wiederkäuern, z. B. bei den Kameelen auf dem Kopfe, beim Bisamstier über den ganzen Körper.

Ein noch wichtigeres Aussonderungsprodukt der Wiederkäuer ist dasjenige, welches die bekanntesten aller Drüsen, die Milchdrüsen oder Euter liefern, also die Milch. Kaum bedarf es einer Hinweisung auf diesen, dem Menschen so unvergleichlich nützlichen Stoff, um daran zu erinnern, was die Wiederkäuer für den Menschen sind. Die Milchdrüsen oder Euter finden sich einzig bei den Haarthieren (Säugethieren) und in verschiedener Zahl, im Allgemeinen mit der gewöhnlichen Zahl der Jungen eines jeden Thieres übereinstimmend. Die Milch besteht bei allen Thieren mindestens zu neun Zehnteln aus Wasser. Das Uebrige aber ist theils aufgelöster Milchzucker (eine besondere Zuckerart), theils Käsestoff oder Casein, theils Milchsäure und Butter nebst verschiedenen mineralischen (salzartigen) Stoffen, wie Kochsalz, Kalk u. s. w. Da die Milch bestimmt ist, die vollständige Nahrung des jungen, des vollsten Wachsthums bedürftigen, Thieres zu sein, so enthält dieselbe, gleich dem Blute, Alles, was zur Bildung der verschiedenen Bestandtheile des Körpers nöthig ist, den Stoff zum Fleische, zum Fette, zu der Haut und zu den Knochen. Welch wirksames Ernährungsmittel dieselbe sei, läßt sich hieraus leicht schließen. Die Milch stellt sich bei einem wildlebenden Thiere erst dann ein, wenn es ein Junges zur Welt gebracht hat, und wenn also die Nahrungssäfte, die bis dahin

innerlich auf die Ausbildung des jungen Thieres verwandt wurden, dort nicht mehr erforderlich sind, sondern demselben äußerlich mitgetheilt werden müssen. Da jedes junge Thier seine bestimmte Säugezeit hat, so bringt die Natur auch nur für diese Zeit Milch hervor. Aber der Mensch hat es dahin zu bringen gewußt, daß die Natur nicht allein ihm verstattet, jene Nahrung von den wiederkäuenden Thieren für sich zu nehmen, sondern gibt sogar seinen stets fortgesetzten Ansprüchen nach, erzeugt bei den Hausthieren außerordentlich große Euter und füllt diese mit einem reichen Milchvorrathe selbst dann noch, wenn das junge Thier längst geschlachtet und schon ein folgendes im Werden begriffen ist. — Die Milch der verschiedenen Thiere ist übrigens keineswegs gleich. Die Rennthiermilch ist ganz dickflüssig, die Kameelmilch bläulich, ja bisweilen gar schwärzlich und von salzig bitterlichem Geschmacke.

Da wir von den Produkten der Aussonderung reden, so muß hier auch des flüssigen Abganges und des Mistes der Wiederkäuer erwähnt werden. Was wäre unser Ackerbau ohne diese wichtigen Stoffe, denen wir alljährlich die neue Fruchtbarkeit des Bodens verdanken. Diese Stoffe enthalten theils die den Thieren unverdaulichen oder unnützen Theile der genossenen Pflanzennahrung, theils aber auch die im Körper untauglich gewordenen und aus den Säften, besonders durch die Nieren abgeschiedenen Materien. Es ist bekannt, welch einen außerordentlich befördernden Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen diese Düngungsmittel haben, nicht aber weiß man es überall, daß gerade der flüssige Abgang der Thiere in dieser Beziehung von der größten Wichtigkeit ist. Derselbe besteht zwar zum größten Theile aus wirklichem Wasser, enthält aber außerdem theils eigenthümliche thierische Stoffe (Harnstoff, Harnsäure, Milchsäure, bei den pflanzenfressenden Thieren, besonders auch bei den Rossen, Hippursäure), theils viele salzsaure, schwefelsaure und phosphorsaure Salze und Erden aufgelöst, welche zum Wachsthum der Pflanzen sehr nothwendig sind. Das Nähere von der Düngerlehre erörtern wir bei den Pflanzen. Hier soll nur darauf hingedeutet werden, welch wichtiges Amt die Natur den Wiederkäuern, die der Mensch sich zähmte, angewiesen hat. Denn indem sie einerseits die dem Menschen unverdaulichen Produkte des Pflanzenreiches in ihrem Körper verarbeiten und in nährende Milch, in nährendes Fleisch verwandeln, geben sie andererseits der Natur die wirksamsten Stoffe zurück, welche zur Erzeugung veredelter und dem Menschen zuträglicher Pflanzennahrung dienen können. Kaum wäre die Existenz des Menschen denkbar ohne die Wiederkäuer. — Andererseits dienen die wilden Thiere dieser Ordnung auch zahllosen Fleischfressern mit ihren Leibern zur Beute; nur ihre zweckmäßige Größe und Schnelligkeit schützt sie gegen diese, wo die Waffe ihrer Stirne und die Kraft ihrer Füße nicht zur Wehr ausreicht. Ohne diese Schutzmittel würden die Wiederkäuer nicht so zahlreich sein können; denn ihre Vermehrung ist nur gering. Sie bringen jährlich nur ein Junges, Zwillinge sind selten und nur bei den Elennthieren Regel.

Die Entstehung der jungen Thiere ist so räthselhaft, daß sie zu den tiefsten Wundern der Natur gehört. Man weiß im Allgemeinen, daß nur gewisse Thiere jeder Art, nämlich diejenigen, welche wir Weibchen nennen, die Keime zu

gleichartigen Geschöpfen in sich tragen, und daß diese Keime sich nicht entwickeln, ohne vorhergegangene Begattung mit einem Männchen der gleichen Art, dessen befruchtende Säfte gleichsam belebend auf die bis dahin leblosen Keime einwirken. Auch ist es Jedermann bekannt, daß die Vögel Eier legen, und daß in jedem Ei der Keim zu einem jungen Vogel enthalten ist, welcher durch die Bebrütung die zu seiner Entwicklung nöthige Wärme erhält. Denken wir uns, daß ein Ei schalenlos und ohne Eiweiß bliebe, und daß das junge Thier sich in demselben ausbildete, bevor es gelegt würde, so haben wir eine ungefähre Vorstellung von der Art und Weise, wie die Jungen der Haarthiere entstehen. Als ein Beispiel für diesen bei allen Haarthieren (mit Ausnahme der Australischen) bis auf die Zeitdauer der Entwicklung gleichartigen Vorgang können uns die Schafe dienen, deren Lämmer zu den artigsten Thieren gehören. Gewöhnlich mit zwei bis drei Jahren bringen die Mutterschafe ihr erstes Lamm. In den Eingeweiden des weicheren Bauchtheiles befindet sich ein Paar zellig-hautiger Stränge, woran, als Endpunkte von Blutgefäßen, für das bloße Auge unsichtbar kleine Drüsenbläschen hangen. Diese Bläschen sind die Keime. Dieselben haben eine doppelte Haut, zwischen deren beiden Lagen sich eine ganz geringe Masse von Eidottersubstanz ansammelt. Sie hangen dann wie äußerst kleine Beeren einer Traube an den erwähnten Strängen, welche ganz wie die ähnlichen Organe der Vögel, Eierstöcke oder Ovarien heißen. Zur Zeit der Begattung löst sich eins der Keimbläschen oder Eierchen von seinem Befestigungspunkte ab und gleitet innerhalb einer mit jedem Eierstocke in Verbindung stehenden engen hautigen Röhre, dem Keimleiter, in einen kleinen muskulösen Schlauch, welcher unter der Beckengegend im Bauche liegt und einen engeschlossenen, aber sehr dehnbaren Ausführungsgang besitzt. Dieser Schlauch wird Fruchtbehälter (uterus) genannt. In ihm bleibt das Ei und erlangt seine Entwicklung. Zunächst, während die äußere Dotterhaut, das Chorion, sich ausdehnt, so daß neben dem Dotterkügelchen ein freier Raum entsteht, verläßt das Keimbläschen die Mitte des letzteren und schwimmt auf der Oberfläche desselben. Am Chorion bilden sich feine faserige Zottelchen, vermittelst deren das kleine Ei an ähnlichen Zottelchen des Fruchtbehälters sich anhängt und sogar festwächst. Das Keimbläschen dehnt sich scheibenförmig aus, das Häutchen seiner Oberseite zeigt in der Mitte eine linienförmige Rinne, deren Ränder schnell emporwachsen und sich bald sogar über der Rinne ganz schließen. In diesem Häutchen, welches das seröse, nervöse oder animale Hautblatt genannt wird, zeigen sich die ersten knorpelartigen Spuren des Rückgrates. Jene Rinne ist der Rückenmarkskanal, welcher an dem einen Ende anschwillt und so die erste Anlage zu dem das Gehirn umschließenden Schädel darstellt. Sie füllt sich mit einer Flüssigkeit, in welcher später die Nerven entstehen. Unterhalb derselben in einer Reihe von Zellen erkennt man bald die erste Andeutung der Wirbelkörper, während oberhalb in den emporgewachsenen Häutchen die Wirbelbogen ihren Ursprung nehmen. Im Innern des Keimbläschens, welches von Beginn seiner Entwicklung den Namen Embryo erhält, bilden sich die Blutgefäße, an deren Hauptstamme eine zellenartige Anschwellung das Herz andeutet, welches sich durch pulsirende Bewegung verräth. An den Rändern des scheibenähnlich über einen großen Theil des Dotter-

kügelchens ausgebreiteten Keimbläschens bildet sich eine saumartige Umgebung, welche über dem Rücken des Embryo emporwachsend, schließlich sich zu einer doppelhäutigen Blase vereinigt. Diese Blase ist die Amnios= oder Schafhautblase, welche, indem sie in sich eine wässerige Flüssigkeit, das Fruchtwasser, aussondert, in ungeheurem Maßstabe wächst und bald den ganzen Embryo, mit sammt dem Dotter, so umhüllt, daß derselbe gleichsam in einem mit Wasser gefüllten Kissen tief eingebettet ruht. Das Chorion hat sich indessen natürlich entsprechend ausdehnen müssen. Die Unterseite des Keimbläschens, welche den Dotter umhüllt und mehr und mehr in ihre Höhlung aufnimmt, heißt das muköse oder vegetative Hautblatt, und bildet die Wandungen der Bauchhöhle, welche sich immer mehr und mehr schließen, so daß sich der Rand, von welchem das Wachsthum der Amnioshäute ausgegangen ist, zuletzt auf einen Punkt am Bauche, den Nabelpunkt, zusammengezogen findet. Indessen hat sich in der Bauchhöhle ein gefäßreiches Bläschen gebildet, welches aus derselben hervorwächst, nach dem hinteren Theile des Embryo gewandt zwischen die zwei Häute der Amniosblase eindringt und, dieselben von einander trennend, mit rasch zunehmendem Wachsthume über dem Rücken des Embryo emporsteigt. Diese Blase, die sogenannte Harnhaut oder Allantois, dehnt sich so sehr aus, daß sie die ganze Fruchtwasserblase mit dem darin eingebetteten Embryo umschließt, in derselben Weise, wie die Amniosblase zuvor den Embryo und Dotter umhüllte. Die Gefäße der Allantois dringen durch fransenartige Verlängerungen in das Chorion ein und treten durch dieses in Verbindung mit den Blutgefäßen, welche im Körper des Mutterschafes in die Wandungen und Zottelchen des Fruchtbehälters eindringen. Die Zotteln des Chorion und der Allantois bilden wuchernd mit Schnelligkeit eine gefäßreiche, verworrene Masse, den Mutterkuchen (Placenta) oder das Blutadernetz.

Alle diese Vorgänge geschehen in den ersten Tagen der Entwicklung des Keimes, und letzterer ist dabei noch so klein, daß nur mit Hülfe eines Vergrößerungsglases die Einzelnheiten erkannt werden können. Die weitere Entwicklung des jungen Thieres geht nun in der Weise vor sich, daß das Gehirn sich zuerst rasch entwickelt, und daher der Kopf, an welchem die Augen und Gehörorgane sehr früh sichtbar werden, ein bedeutendes Uebergewicht im Vergleiche zu der übrigen Körpermasse erlangt. In der Bauchhöhle bilden sich die Eingeweide, während der Dotter mehr und mehr verschwindet; aus dem in jener Höhle eingeschlossenen Theile der Allantois wird insbesondere die Harnblase. Die Gliedmaßen, welche zuerst als Stummelchen erscheinen, nehmen nach und nach die vollkommene Gestalt an, und zugleich entwickeln sich die Muskeln. Bis zur einundzwanzigsten Woche ist das junge Lamm soweit ausgebildet, daß es im Stande ist, zu athmen und Nahrung zu sich zu nehmen, und nun wird es geboren. Der Bauch desselben hat sich am Nabelpunkte völlig geschlossen; das Blut der mit dem Fruchtbehälter in Verbindung stehenden Gefäße kann nicht mehr hineintreten und vermehrt, indem es sich ansammelt, die Spannung, welche schon durch die Ausdehnung des jungen Thieres allmählig einen sehr hohen Grad erlangt hatte, in den Muskeln des Fruchtbehälters so sehr, daß diese sich krampfhaft zusammenziehen. Durch den Druck platzen die das Junge noch immer umhüllenden Hautblasen (Amnios, Allantois und Chorion),

so daß das Fruchtwasser abfließen kann und das Lämmchen, welches mit dem Kopfe voran aus dem natürlichen Ausgange des Fruchtbehälters hervorgepreßt wird, streift sich dabei alle jene Häute ab, so daß dieselben endlich völlig umgestülpt, nur mit einem schnurartigen Strange, der Nabelschnur, an ihm hangen bleiben. Endlich zieht dieser Strang auch jene Häute und das ganze Blutadernetz (die sogenannte Nachgeburt) mit an das Tageslicht. Das Mutterschaf beißt die Nabelschnur ab und frißt aus Instinkt die ganze Nachgeburt, wenn man dieselbe nicht sogleich fortschafft.

Während ein Lamm einundzwanzig Wochen zu seiner Entwicklung bedarf, braucht ein Mäuschen nur einundzwanzig Tage, ein Elephant aber einundzwanzig Monate. Doch ist das Thier unmittelbar nach der Geburt noch keineswegs vollkommen ausgebildet. Die Eingeweide der Verdauung vermögen noch keine andere, als die von der Mutter zubereitete Nahrung, die Milch, zu sich zu nehmen, nicht zu gedenken anderer innerer Organe, welche noch gar keiner Verrichtungen fähig sind und zum Theil nach Jahren erst sich vervollkommnen. Die Haarbedeckung ist nach der Geburt noch sehr gering, und manche andere Hautgebilde, wie z. B. die Hörner, erscheinen erst nach einer ziemlich langen Zeit. Dennoch sind die Haarthiere von allen Geschöpfen die einzigen, welche, bevor sie von der Mutter getrennt werden, schon einen so hohen Grad der Ausbildung erreichen. —

Das Gehirn der Wiederkäuer zeugt von geringen Fähigkeiten; sie stehen in dieser Beziehung weit unter den Fleischfressern und erkennen im Umgange mit dem Menschen selten ihren Herrn, wenn dieser nicht das gewöhnliche Kleid trägt. Doch haben sie Instinkte, welche sie zu scheinbar verständigem Thun veranlassen. So bemerkt man, daß die Gemsen, während sie weiden, ein Thier aus ihrer Heerde als Wache ausstellen u. s. w. Von den Sinnen ist der Geruch fast eben so wenig scharf als das Gesicht. Die Ziegen und Schafe lieben das volle Sonnenlicht nicht; ihr Auge hat eine spaltförmige, wagerecht liegende Pupillenöffnung. Das Gehör dieser Thiere ist außerordentlich vollkommen; spitze, bewegliche, schnell sich zum Horchen aufrichtende Ohren dienen demselben. Der Tastsinn fehlt gänzlich; wogegen der Geschmack ziemlich ausgebildet ist. Der Charakter aller Wiederkäuer ist scheu und furchtsam. Wuthanfälle ausgenommen, greifen sie nie ein Geschöpf freiwillig an; sie kennen nur Furcht oder nothdürftige Abwehr. Nicht einmal ihre Stimme gebrauchen sie, Feinde zu schrecken. Das Blasen und Orgeln der Hirsche, das Brüllen der Rinder, das Meckern der Ziegen und das Blöcken der Schafe dient nur zum Anruf unter ihnen selbst oder als Nothschrei des Hungers.

Sie lieben die Geselligkeit und leben daher in Familien oder in Rudeln, manche in Schaaren von Hunderten, ja Tausenden, immer unter der Oberleitung eines männlichen Thieres (Leithammel, Zuchtstier, Rudelhirsch). Eben hiedurch aber sind sie auch fähig gewesen, gezähmt zu werden. Denn die Zähmung der Thiere beruht darin, daß die geselligen Thiere den Menschen als Mitglied und Haupt ihrer Heerde ansehen. Ein ungesellig lebendes Thier kann wohl gebändigt werden, aber nie gezähmt. So ist ja auch der in der Wildniß gesellig lebende Hund ein treuer Gesellschafter des Menschen geworden, während die ungesellig lebende Katze wohl unsere Häuser bewohnt und unsere Nahrung nimmt, aber nie Treue und Anhänglichkeit an die Personen beweist. — Einige Wiederkäuer, welche in

großen Heerden beisammen zu leben pflegen, sehen sich in den Gegenden, welche sie bewohnen, der Nahrung wegen zu regelmäßigen Veränderungen ihres Aufenthaltsortes veranlaßt. So ziehen regelmäßig im Frühlinge und im Herbste unzählbare Schaaren von Hirschen im nördlichen Amerika, und von Antilopen im afrikanischen Kaplande von einer Gegend in eine andere.

Sehr eigenthümlich ist die Verbreitung der Wiederkäuer auf der Erde. Alle unsere Hausthiere scheinen aus Mittelasien zu stammen. Die Kameele sind nur in den Wüsten und Steppen Asiens und Afrika's zu Hause; die Giraffe nur in den heißen Gegenden des letzteren Erdtheiles. Das Llama ersetzt das Kameel in Südamerika. Die hirschartigen Thiere beschränken sich auf die gemäßigte Zone Asiens, Europa's und Nordamerika's, mit Ausnahme des Rennthieres, welches die kalte Zone dieser Länder fast allein bewohnt. Die Rinder, Ziegen und Schafe haben die größte Verbreitung in der gemäßigten und heißen Zone Asiens, Europa's und Afrika's, die Rinder auch in Amerika. In Australien fehlt diese ganze Thierordnung gänzlich. Auch bei den Wiederkäuern bemerkt man, wie das senkrechte Sonnenlicht und die Wärme der heißen Erdgegenden die Thiere mit schöneren, lebhafteren Farben zeichnet. Während ein einfaches Grau oder Braun, oder Weiß oder Schwarz in den kalten und gemäßigten Zonen vorherrscht, sind im heißen Afrika die schönen gestreiften und gefleckten Antilopen und die gescheckten Giraffen verbreitet. Neben der Verbreitung ist merkwürdig die Ausartung der verschiedenen Wiederkäuerarten, besonders aber der vom Menschen gezähmten, zu den abweichendsten Racen. Von den Schafen war in dieser Beziehung schon die Rede. Ebenso auffallende Verschiedenheiten zeigen die gezähmten Rinder. Die besten sind die schweizerischen, besonders die schwyzerische Race.

Die Wiederkäuer wurden geschaffen und verbreiteten sich, bevor noch der Mensch auf der Erde erschien. Schon in den mittleren Tertiärbildungen finden sich einige wenige Spuren solcher Thiere, den jetzigen Arten aber wenig ähnlich; in den neutertiären Schichten dagegen bieten sich sehr zahlreiche, den jetzt existirenden nahe verwandte Wiederkäuergattungen dar. Einige von ihnen scheinen erst in neueren Zeiten ausgestorben zu sein, wie der Riesenhirsch. Das Elenn (Elch) war noch vor zweitausend Jahren in Mitteleuropa sehr verbreitet, ebenso der furchtbare Auerochs (Ur), während beide jetzt mehr und mehr verschwinden. Auch der Steinbock auf den Alpen wird nur noch sehr selten gefunden.

Bei keiner Thierordnung wird es uns so leicht, zu beweisen, wie es möglich ist, aus einzelnen theilweisen Ueberbleibseln eines Thieres Schlüsse zu machen auf die übrigen verloren gegangenen Theile, ja auf die ganze innere Organisation des Thieres. Ein Fußskelett mit gespaltener Klaue erlaubt die sicher begründete Behauptung, daß das Thier, welchem er angehörte, ein Wiederkäuer von angemessener Größe war, daß es also den Zahnbau und den Knochenbau dieser Thiere, daß es einen vierfachen Magen, daß es vermuthlich eine bewaffnete Stirn hatte — und jedes andere jener Merkmale würde ebenso genügen, die übrigen herbeizuziehen. Man nennt das allgemein sich darbietende und bestätigende Naturgesetz, worauf diese Sicherheit beruht, die Bezüglichkeit oder Correlation der Merkmale.

Auch von den Krankheiten der Wiederkäuer muß noch die Rede sein, aber

nicht sowohl von den ansteckenden und verheerenden Seuchen, welche unter den Namen des Milzbrandes, der Lungensucht, der Maulfäule und der Klauenseuche der Schrecken des Landmannes und Hirten sind, und gegen welche oft alle Sorgfalt der Menschen zu gering zu sein scheint, sondern vielmehr von den Pocken, besonders der Rinder. Eine der furchtbarsten und verheerendsten Krankheiten der Menschen, welche noch vor fünfzig Jahren zahllose Opfer forderte und noch zahllosere Menschen für Lebenszeit entstellte, die Blatternkrankheit, ist nämlich fast dadurch vertilgt, daß, nach einer zufälligen Entdeckung des englischen Arztes, Dr. Jenner, eine Spur von dem Pockeneiter (Impfstoff) der Kühe, in eine Wunde gebracht (eingeimpft), beim Menschen eine unbedeutende, gefahrlose, blatternähnliche Krankheit (Impfpocken) hervorruft, durch welche der Mensch auf Jahre, mitunter auf Lebenszeit vor den schrecklichen Menschenblattern gesichert ist, indem sich binnen wenigen Tagen alle im Körper vorhandene Anlage zu dieser Krankheit auf eine ganz unschädliche Art erschöpft.

Achte Ordnung.

Die Dickhäuter. Pachydermata.

Uebersicht.

1. Unterordnung. Vielhufer. Multungula.
    1. Familie. Rüsselthiere (Elephanten). Proboscidea.
    2. Familie. Tapire. Nasuta.
    3. Familie. Plumpthiere (Nashorne und Flußpferde). Pachytheria.
2. Unterordnung. Zweihufer. Zygodactyla.
    4. Familie. Borstenthiere (Schweine). Setigera.
3. Unterordnung. Einhufer. Solidungula.
    5. Familie. Rosse. Equina.

Die sogenannten Dickhäuter, die Elephanten, Tapire, Nashorne, Flußpferde, Schweine, Rosse und Esel sind in Betreff der Größenverhältnisse den Wiederkäuern fast noch überlegen. Sie schließen sich durch Plumpheit des Knochenbaues und Steifheit, sowie durch starke Ausbildung der Haut oder ihrer Bedeckungen, welcher sie ihre Benennung verdanken, an die Edentaten, von denen sie sich hinwieder durch den Zahnbau weit unterscheiden. Die Plumpheit ist bei einigen Dickhäutern sprichwörtlich, z. B. beim Elephanten, ist aber nicht geringer beim Nashorne und erreicht beim Flußpferde (Fig. 371), dessen unförmlich dicker Rumpf fast den Boden berührt, den höchsten Grad. Es sind ungeheure, massige Leiber auf sehr dicken, kurzen, besonders kurzfüßigen, Beinen ruhend, mit kurzem und gegen den Rumpf wenig verschmälertem, sehr gedrungenem Halse und dickem Kopfe.



Fig. 371. Das Flußpferd (Hippopotamus amphibius). 1/70 d. nat. Gr.

Die Schweine sind etwas minder plump, besonders die Beine zwar kurz, aber doch feiner; dagegen beim Tapir, noch mehr beim Babirussa oder Hirscheber, mäßigt das schlankere Verhältniß der Gliedmaßen die Plumpheit, und bei den Eseln und Pferden trägt auch noch ein zierlicherer längerer Hals und ein kleinerer Kopf zur Verminderung jener Eigenschaft bei, so daß die letzteren Thiere den wohlgestaltetsten Wiederkäuern mindestens gleichkommen.

Die Dickhäuter, welche vorzugsweise Früchtefresser sind, haben meist alle vollständige Vorder-, Eck- und Backenzähne, zeigen aber in der einzelnen Anordnung doch ziemliche Verschiedenheiten, welche die einen zu dieser, die andern zu jener Weise, sich die Nahrung zu verschaffen, befähigen. Während nämlich die Elephanten (Fig. 372) durch den Mangel der unteren Vorderzähne und aller Eckzähne an die Edentaten erinnern, dagegen mit den Nagern eine außerordentliche Ausbildung der zwei obern, im Zwischenkiefer steckenden Vorderzähne theilen, welche bei diesen furchtbaren Thieren nun gar als ungeheure, runde, kegelförmig zugespitzte, mit den Spitzen auswärts und vorwärts gekrümmte Hauer lang aus dem Maule herabragen, haben die Nashorne oder Rhinocerosse, bei ebenfalls fehlenden Eckzähnen, oben und unten zwei stabrunde, meißelförmig zugeschärfte Vorderzähne. Nur dem afrikanischen Nashorne fehlen wirklich, wie den Edentaten, auch die Vorderzähne ganz. Dagegen haben die Flußpferde (Fig. 373) oben und unten vier $\left(\frac{4}{4}\right)$, die Tapire, Schweine und die roßartigen Dickhäuter $\left(\frac{6}{6}\right)$ Vorderzähne, welche stark schräg nach vorn vorragen, ferner jederseits oben und unten einen Eckzahn $\left(\frac{1-1}{1-1}\right)$. Letztere sind beim

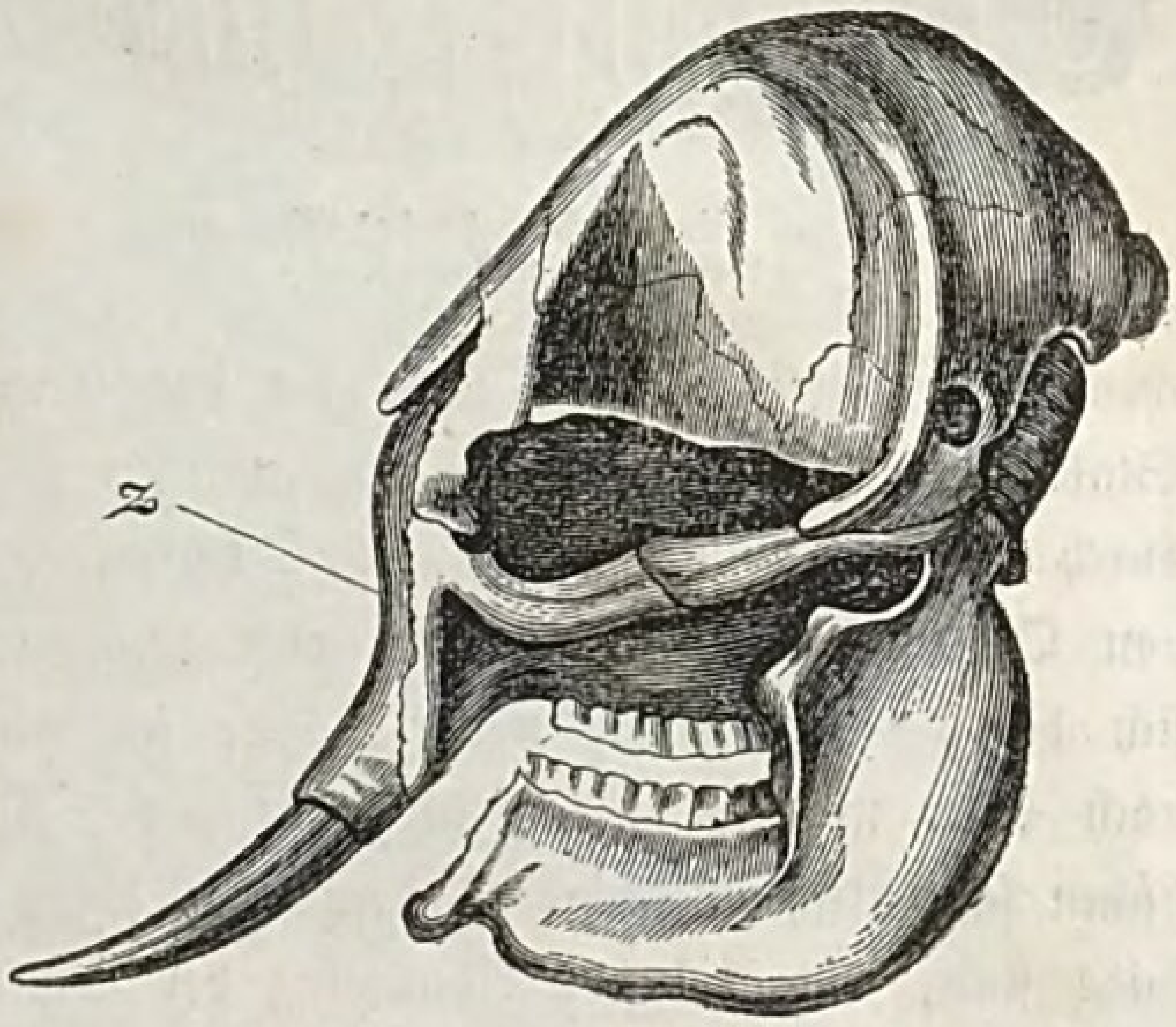
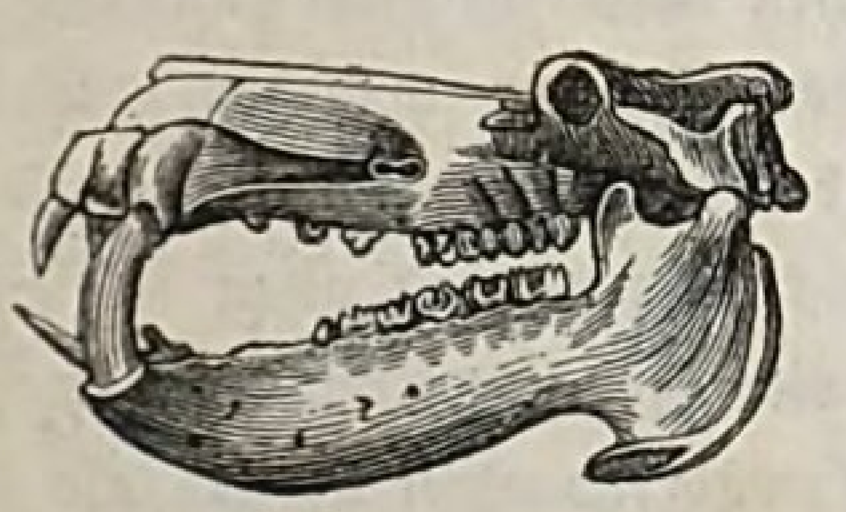
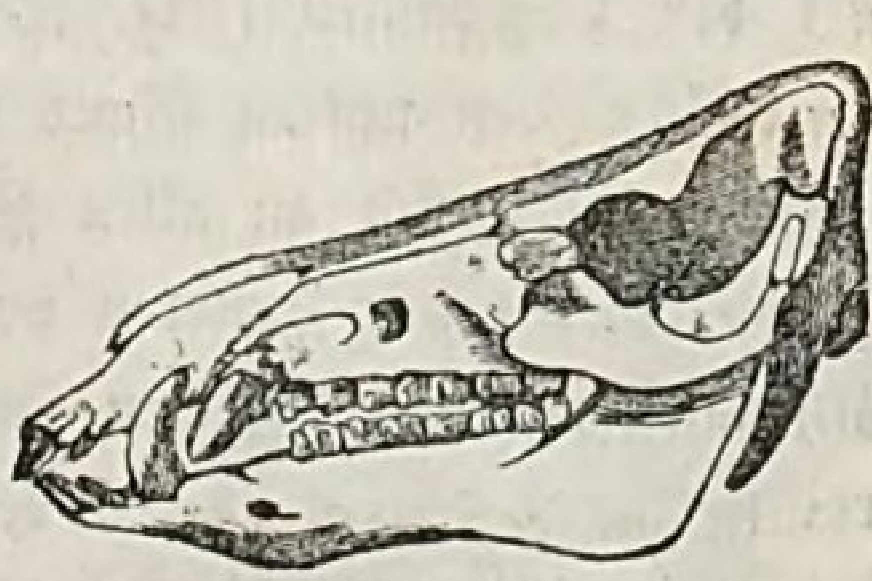


Fig. 372. Der Schädel des Elephanten (Elephas indicus). z Zwischenkiefer.


Fig. 373.
Der Schädel des Flußpferdes (Hippopotamus amphibius).


Fig. 374.
Der Schädel des Schweines (Sus scrofa).

Babirussa rundlich und sehr lang, die obern aufwärts gekrümmt und durch das Lippenfleisch hindurchgewachsen, alle vier wie Gemsenhörner emporragend und umgekrümmt. Bei den Schweinen (Fig. 374) drohen dieselben als dreikantige kürzere Hauer seitwärts aus dem Maule hervor. Beim Pecari oder Nabelschweine sind sie klein, so daß sie von den Lippen bedeckt bleiben, und endlich bei den roßartigen Thieren bleiben sie ganz unbedeutend und fehlen sogar bei den Stuten stets,

bei den Hengsten wenigstens oft im Unterkiefer oder auch völlig (Fig. 377). Backenzähne sind bei den Dickhäutern in sehr verschiedener Zahl vorhanden, beim Elephanten 1—2 jederseits oben und unten, beim Babirussa $\frac{5\ 5}{5\ 5}$, beim Roßgeschlechte $\frac{6\ 6}{6\ 6}$, beim Tapire und Flußpferde $\frac{7\ 7}{6\ 6}$, beim Nashorne und Schweine $\frac{7\ 7}{7\ 7}$. — Die Backenzähne des Elephanten (Fig. 374, a) sind, wie diejenigen vieler Nager, zusammengesetzt aus abwechselnden Schmelz- und Zahnbeinlagen; hier aber sieht man deutlich, daß die einzelnen Theile eigentlich tafelartige Stäbe sind, welche aus einer ganz mit Schmelz bekleideten, nur auf der Kaufläche bloßgelegten Zahnbeinmasse bestehen, und welche unter einander durch eine besondere knochenartige Substanz, den Kitt oder das Cement, fest verbunden sind. Jeder solcher Stab stellt also eigentlich einen Zahn für sich vor. Je nach seiner Form entstehen durch die Abnützung der Kaufläche hervorragende Leisten des Schmelzes, in Form von Querreifen oder Schleifen, oder langgezogenen Ellipsen. Diese Zähne schieben sich durch Nachwachsen neuer Zähne im hinteren Theile der Kinnlade allmählig nach vorn und fallen endlich ganz aus. Die übrigen Gattungen dieser Ordnung haben sämmtlich höckerige Backenzähne, deren Höcker sehr hoch und bei einigen zugespitzt sind, und bei der Abnützung der Gipfel kreisförmige oder halbmondförmige Schmelzfiguren bilden.

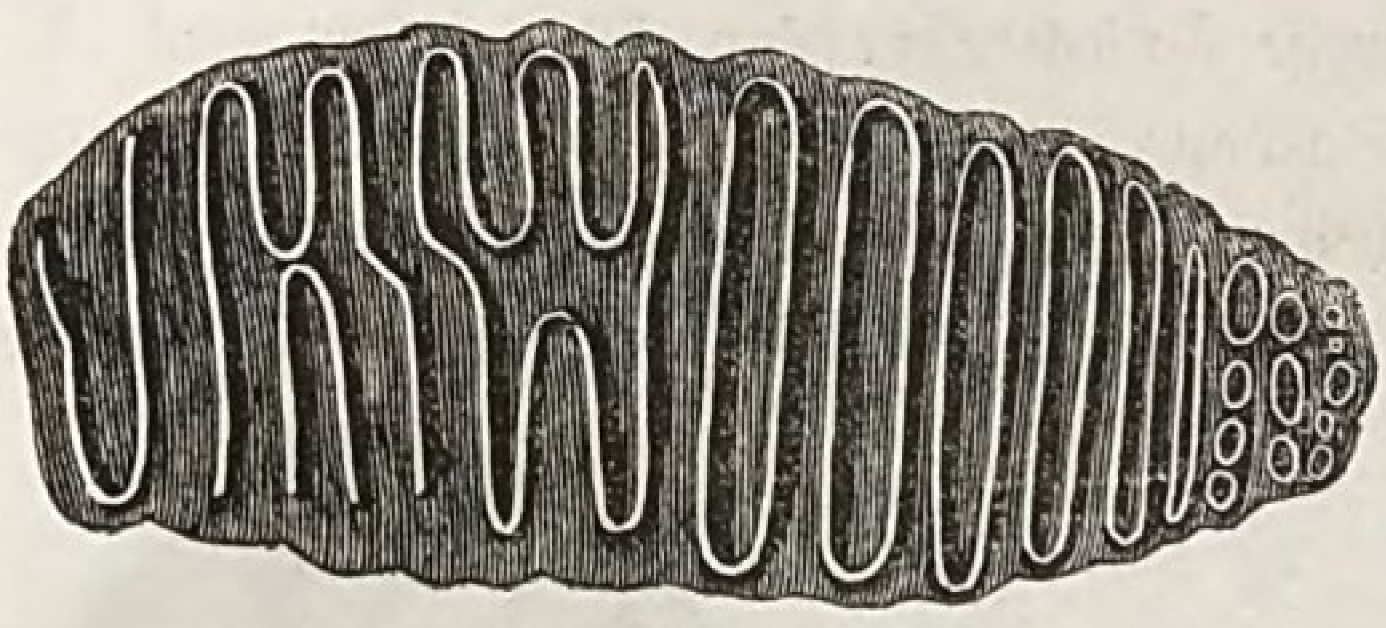


Fig. 374. a. Ein Backenzahn des Mammuth (Elephas primigenius).

Die Dickhäuter haben dicke hornige **Hufe**, welche aber bei diesen Thieren ähnlich wie bei den Kameelen nach beiden Seiten gleichmäßig abgerundet zu sein pflegen. Nur bei den Schweinen sind sie nach der Mitte des Fußes gradflächig. Die **Zehen** sind nicht frei beweglich, sondern mehr oder weniger mit den Knochen, oder wenigstens mit dem Fleische zusammengewachsen, so daß bei einigen nur das Nagelglied oder der Huf selber aus dem massiven Fuße hervorragt. So erkennt man bei den Elephanten (Fig. 375) die fünf Zehen äußerlich nur an den fünf Hufen, welche den untern Rand der säulenähnlichen Ständer umgeben. Bei den Flußpferden finden sich an allen Zehen nur vier, bei den Tapiren an den Vorderfüßen vier und an den hinteren nur drei, bei den Nashornen an allen Füßen nur drei Zehen. Bei den Schweinen sind zwar wirklich vier Zehen vorhanden, doch nur die zwei mittleren und größeren berühren die Erde, während zwei äußere als kleine Afterklauen an der nach hinten gekehrten Fläche des Fußes stehen, eine Anordnung, nach welcher man versucht wäre, die Schweine für Wiederkäuer zu halten. Die Rosse endlich haben nur eine vereinigte große Mittelzehe, deren Endglied mit einem starken Hufe umhüllt ist, während sich an den Seiten des Mittelfußes unter der Haut verborgen nur noch Stummelchen (Griffelknochen) von zwei Nebenzehen finden lassen.

Die **Haut** aller Dickhäuter ist sehr stark, bei vielen völlig schwielig. Dieselbe bildet auf dem Körper des Nashornes kugelfeste, panzerartige Horndecken. Der Elephant ist mit einem borkenartigen Schwielengebilde bekleidet; die Flußpferde

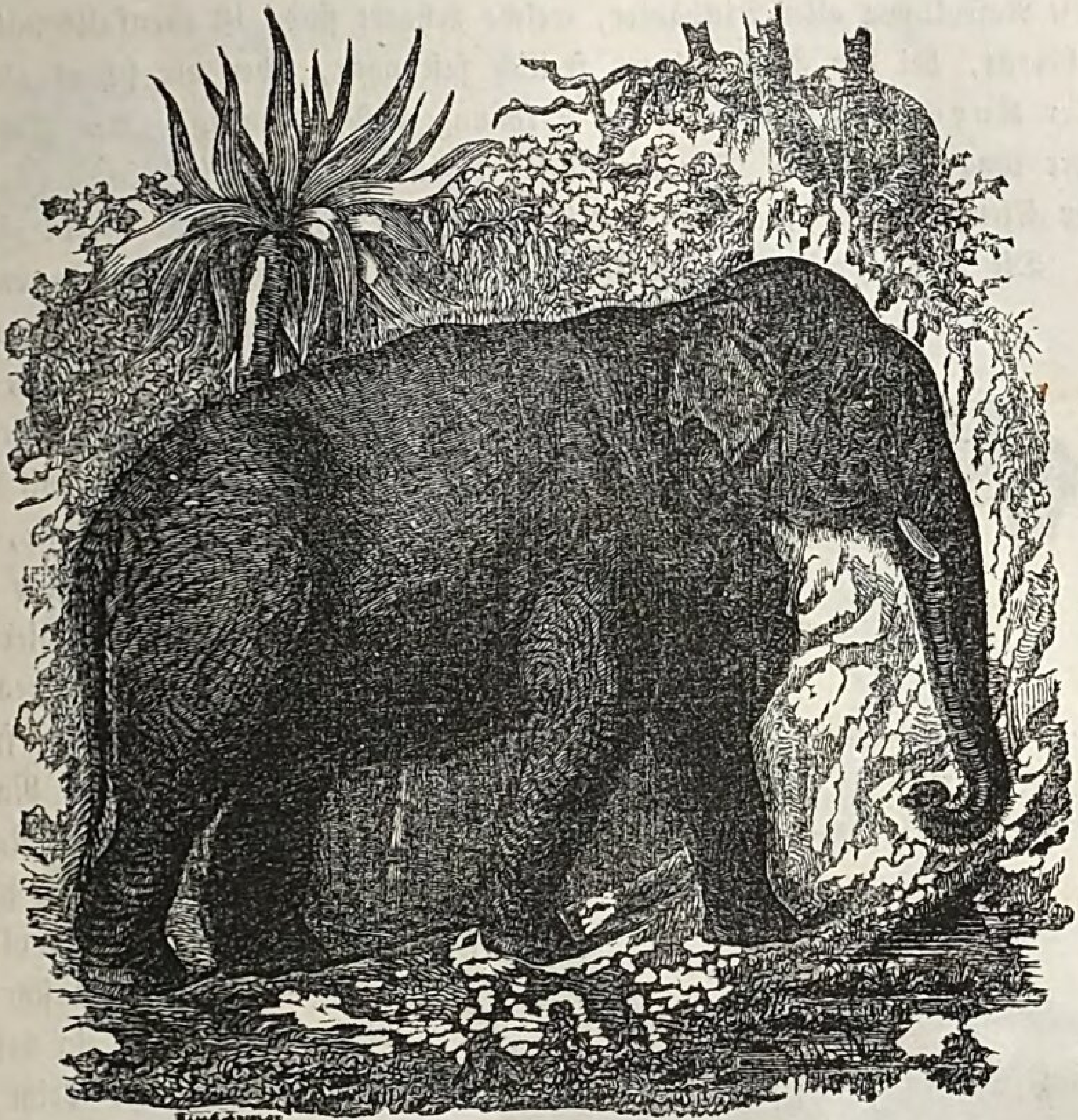


Fig. 375. Der Elephant (Elephas indicus). — 1/50 d. nat. Gr.

tragen ein zwei Zoll dickes Leder. Alle diese Thiere haben fast gar keine, nur hie und da einzeln stehende, borstenartige Haare, welche sich auf dem Schwanze des Flußpferdes noch besonders dadurch auszeichnen, daß sie nicht rund, sondern ganz platt sind. Bei den Schweinen ist zwar das Leder dünner, dagegen mit steifen Borsten dicht bedeckt, und die Fetthaut oder das Zellgewebe unter der Lederhaut ist sehr entwickelt. Die Rosse haben starkes Leder und dichtes, glattes Haar; sie schließen sich auch in dieser Beziehung einigermaßen an die Wiederkäuer. Die Haare der Maulesel sind mit spiralförmigen Rinnen auf dem Umfange versehen. Bei den Nashornen (Fig. 376) steht in der Mitte der Nase ein dickes Bündel zu einem Horne zusammengewachsener Haare, bei einigen Arten sogar noch ein zweites hinter dem ersten. Die Schweine haben eine Borstenmähne, welche über die ganze Länge des Rückens läuft, und den Rossen ziert eine lange wallende Mähne den Nacken und ein noch längerer Wedel den Schwanz. Manche roßartige Thiere haben auch Haarwülste über den Hufen wie die hirschartigen Wiederkäuer. Alle diese genannten Thiere sind dem Menschen durch ihre Haut von vielfachem Nutzen, theils durch treffliches Leder, theils durch ihre Borstenhaare und Krollhaare, sowie durch ihre Hufe.



Fig. 376. Das Nashorn (Rhinoceros indicus) 1/80 d. nat. Gr.

Die Nasenkuppe aller Dickhäuter, welche behaart sind, ist ebenfalls mit dünnem Haare bedeckt, bei den Rüsselträgern freilich fast nackt, aber nie scharf abgegrenzt.

Der Knochenbau ist in dieser Ordnung äußerst massig. Am Kopfe überwiegt der lang vorgestreckte Schnauzentheil, besonders beim Flußpferde (Fig. 373). Nur der Elephant mit seinen kurzen Kinnladen (Fig. 372) macht hierin eine Ausnahme. Die Knochenwände des plumpen, dicken Kopfes sind bei letzterem Thiere zum Theile innen hohl und zellig, um die Last desselben zu vermindern. Die Naht der Stirne bildet bei den Dickhäutern mit der Nase eine hohlgebogene Linie, nur die Rosse (Fig. 377) sind auch in dieser Hinsicht den Wiederkäuern ähnlicher. Die Aeste des Unterkiefers wachsen schon frühzeitig zusammen. Bei den Nashornen (Fig. 378) sind die Nasenbeine vereinigt und da, wo sie das Horn tragen, wulstig angeschwollen. Bei den Schweinen findet sich vor den Nasenbeinen noch ein besonderer Rüsselknochen wie beim Maulwurfe. — Die Wirbelsäule trägt auf einer ziemlich langen Erstreckung des Rückens, besonders über dem Schultertheile, einen Widerrüst von starken und breiten, hoch vorstehenden Dornfortsätzen, weßhalb der Rücken meistens hoch und gekrümmt, und nur bei den Rossen (Fig. 379) ähnlich wie bei den Wiederkäuern schwach eingebogen ist, wodurch sich bei diesen Thieren die Befestigung eines Sattels so sehr erleichtert. Die Festigkeit des Rückens ist in hohem Grade vermehrt durch die breiten und ganz aneinander schließenden Querfortsätze der rippenlosen Lendenwirbel. Die Rippen sind meistens zahlreicher als bei den bisher geschilderten Ordnungen. Während nämlich jene 12 bis höchstens 14 Rippenpaare besitzen, finden sich beim Rosse 18 und beim Elephanten gar 20 Rippenpaare. Allen Dickhäutern fehlen die Schlüsselbeine gänzlich, da ihnen die Beine nur als Stützwerkzeuge dienen; daher sind auch die Schultern verhältnißmäßig schmal gebaut. Der Oberarm- und Oberschenkelknochen sind sehr kurz, die beiden Knochen des Unterarmes und des Unterschenkels fest mit einander vereinigt, ja bei den Einhufern ist von der Elle und Spange nur ein kurzes unbedeutendes Stück vorhanden, und es rührt daher die Unfähigkeit dieser Thiere, irgend eine drehende Bewegung mit den Beinen zu vollführen, und das häufige Stolpern derselben auf unebenem Boden. Die sehr langen Mittelhand- und Mittelfußknochen sind nicht zusammengewachsen,

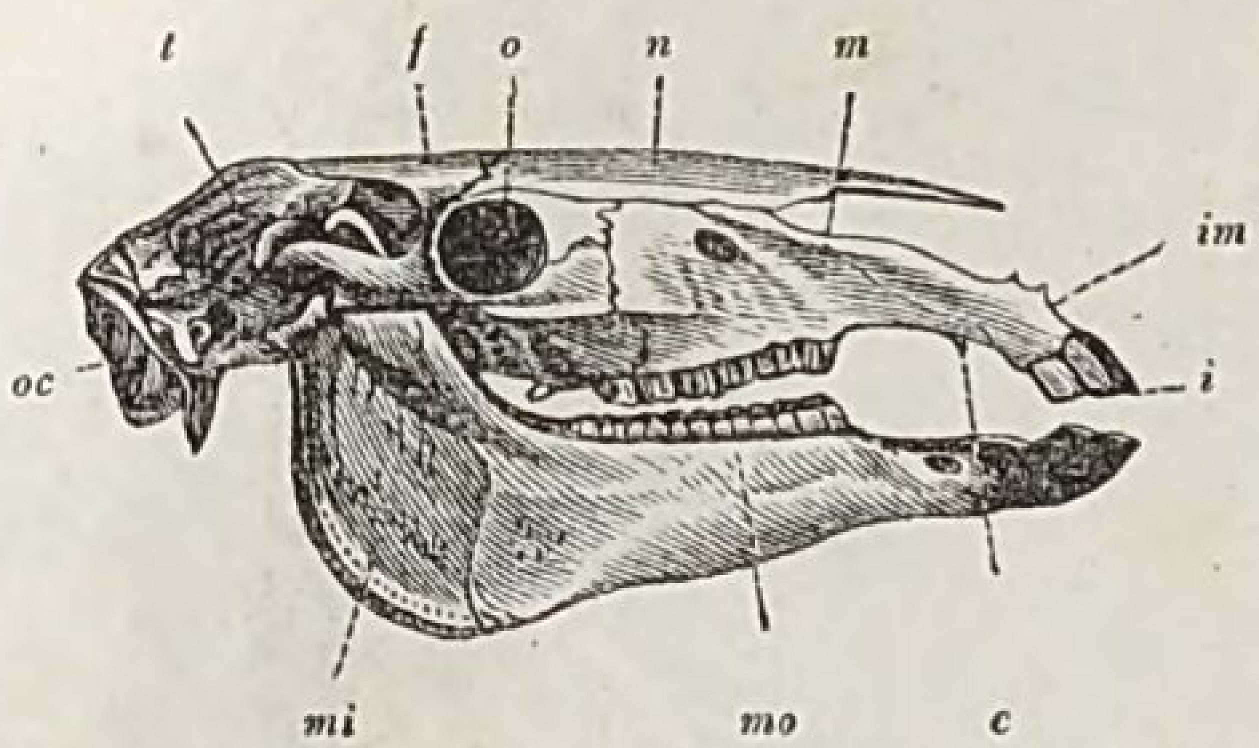
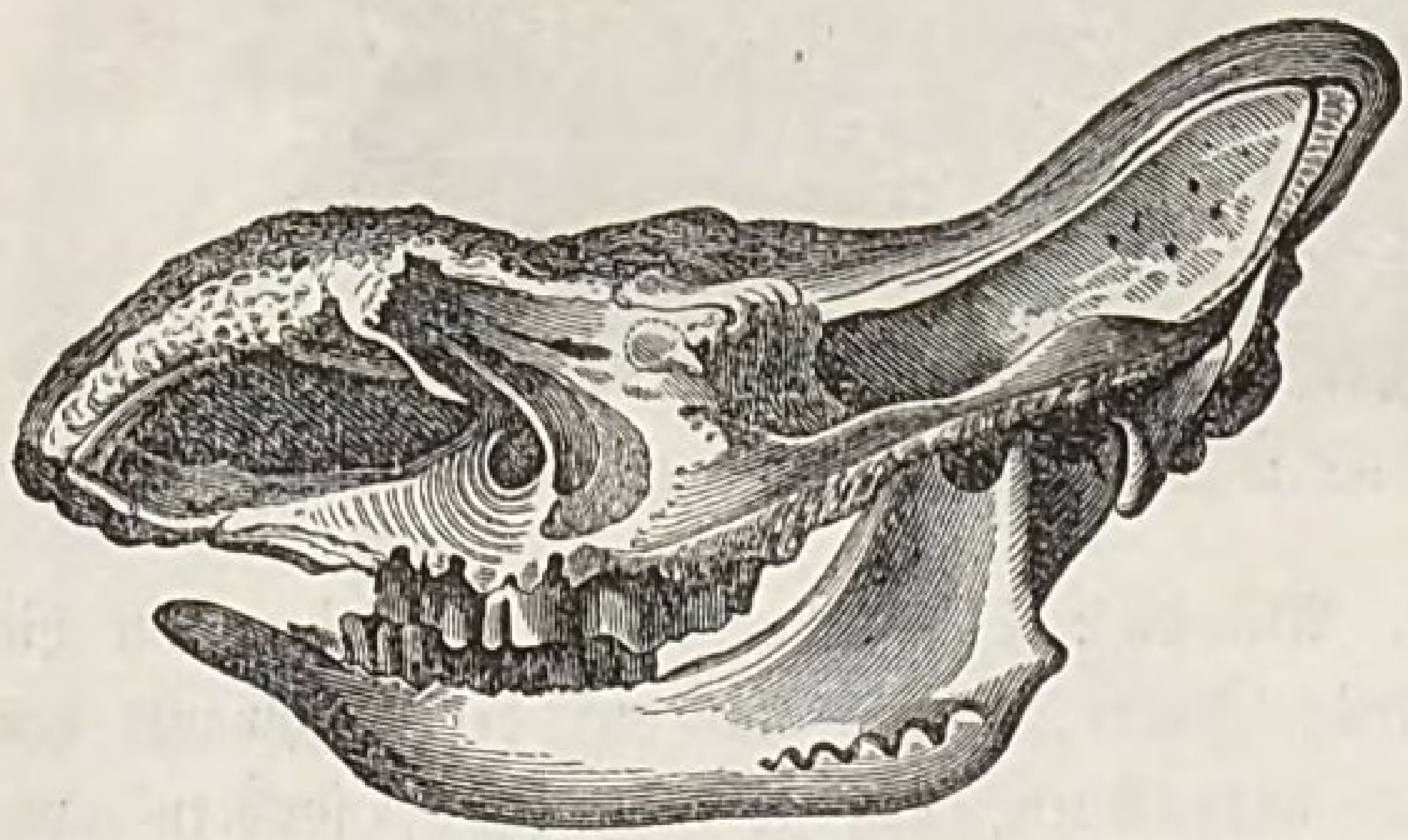


Fig. 377. Der Schädel des Resses (Equus caballus). *

* oc, t, f Hinterhaupts-, Schlaf- und Stirnbein; n Nasenknochen; m Oberkiefer; im Zwischenkiefer; mi Unterkiefer; o Augenhöhle; i Schneidezähne; c Augzähne; mo Backenzähne.


Fig. 378.
Der Schädel des ausgestorbenen Rhinoceros antiquitatis.

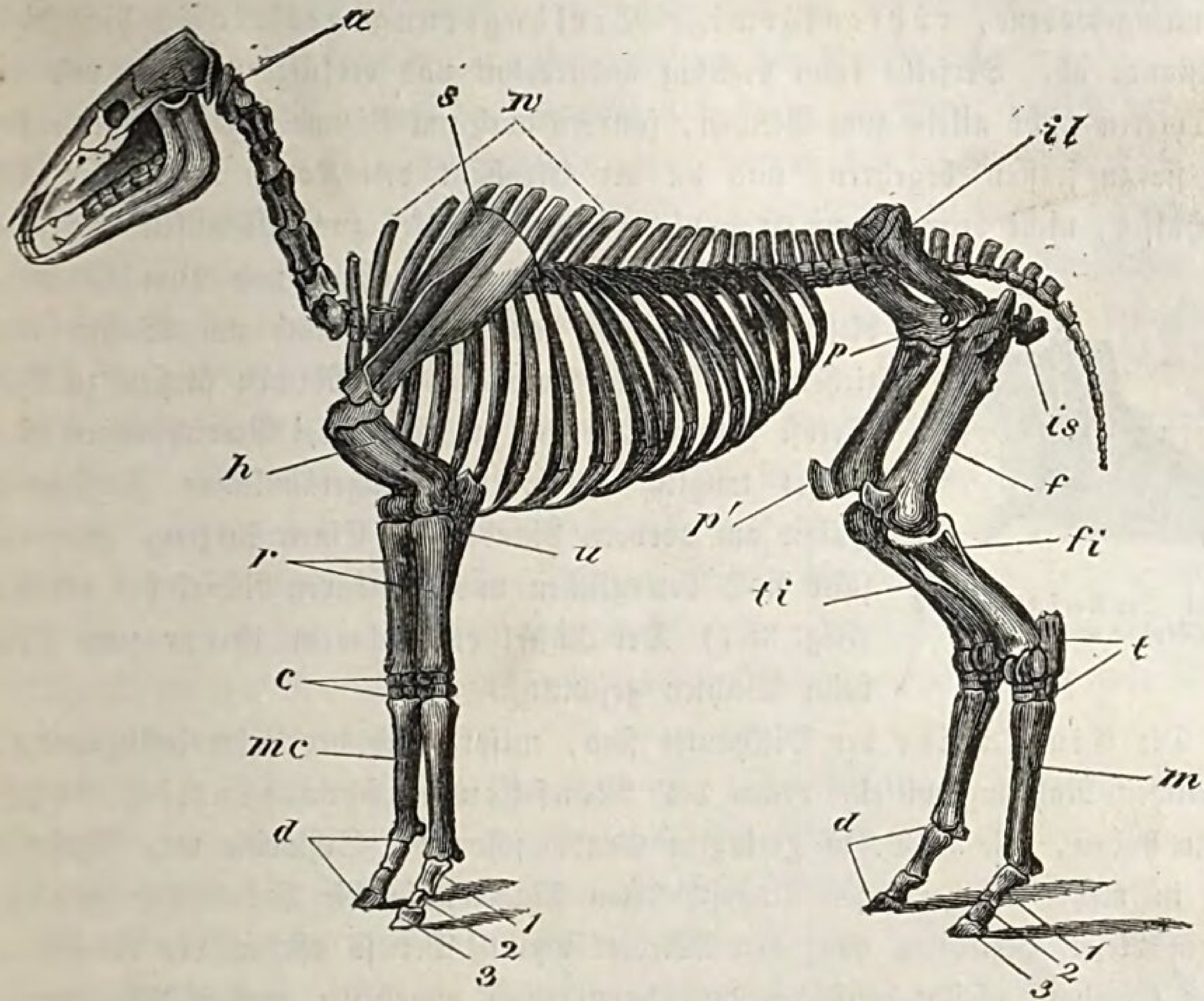


Fig. 379. Das Skelett des Rosses (Equus caballus).*

* *a* Atlas; *s* Schulterblatt; *w* Widerrüst; *h* Oberarm; *r* Spindel; *c* Handwurzel; *mc* Mittelhand; *d d* Finger; *u* Elle; *p* Schoßbein; *p'* Kniescheibe; *ti* Schienbein; *il* Hüftbein; *is* Sitzbein; *f* Oberschenkel; *fi* Spange; *t* Fußwurzel; *mt* Mittelfuß; 1 1 Fesselglied; 2 2 Kronenglied; 3 3 Hufglied.

nur die Pekarischweine theilen hier ein Merkmal mit den Wiederkäuern. Bei den Einhufern bestehen diese Glieder aus einem starken Hauptknochen mit zwei kleinen Nebengriffeln. Beim Elephanten sind alle fünf Zehen im Skelett vollständig vorhanden. Die Einhufer dagegen haben nur eine Zehe an jedem Fuße (Fig. 380), welche drei Glieder, das Fessel-, Kronen- und Hufglied, besitzt.

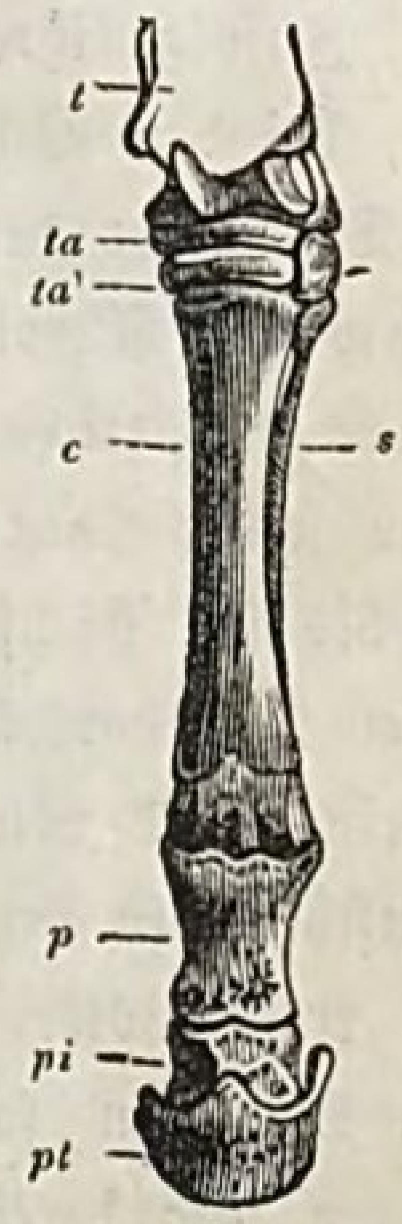


Fig. 380. Der Hinterfuß des Rosses.*

* *t* Schienbein; *ta* Fußwurzel; *ta'* zweite Reihe der Fußwurzelknochen; *c* Mittelfuß; *s* Griffel; *p* Fesselglied; *pi* Kronenglied; *pt* Hufglied.

Die Muskeln sind dick und geben dem Körper runde Formen. Die Kraft derselben ist groß. Dadurch hat der Mensch in dem Elephanten und in den gezähmten roßartigen Thieren treffliche Zug- und Lastthiere bekommen. Beim Ziehen wirkt auf ebenen Wegen hauptsächlich die Schwere des sich vorwärts gegen das Geschirr legenden Thieres; auf ansteigenden Wegen muß das Thier die Kraft seiner Beine anstrengen, und ermüdet daher auffallend schneller. — Ein merkwürdiges Muskelgebilde ist der Rüssel des Elephanten. Bei diesem Thiere ist wegen der gewaltigen Wurzeln der Stoßzähne der Zwischenkiefertheil des Oberkiefers, in welchem jene stecken, sehr hoch, so daß die Naslöcher am Schädel ganz oben in der Mitte des Kopfes stehen würden, wenn die Nase nicht verlängert wäre. Dort aber könnten sie dem Thiere zur Witterung nicht bequem sein. Der Rüssel, eine lange, innen wie die Nase anderer Thiere doppelte, aus tausend feinen Muskeln, welche sich an die sehnige Haut heften,

zusammengewobene, röhrenförmige Verlängerung der Nase, hilft diesem Uebelstande ab. Derselbe kann beliebig ausgedehnt und verkürzt werden, und dient den Thieren nicht allein zum Riechen, sondern auch um Bäume niederzureißen, deren Laub sie zu fressen begehren, und da der Elephant den Kopf, wegen der Kürze des Halses, nicht bequem zur Erde niederbeugen könnte, zum Abraufen von Kräutern, Reishalmen und Maisrohren und zum Einbringen dieser Nahrung in den Rachen, auch um Wasser einzuziehen und dieses dann in den Rachen fließen zu lassen. Selbst zum Tasten und zu mancherlei Verrichtungen ist der Rüssel tauglich durch einen fingerähnlichen Zapfen oder Haken am vordern Rande. — Einen kurzen, aber ebenfalls noch beweglichen und dehnbaren Rüssel hat der Tapir (Fig. 381). Der Rüssel der Schweine ist nur zum Spüren beim Wühlen geschickt.



Fig. 381. Der Kopf des Tapirs (Tapirus americanus).

Die Eingeweide der Dickhäuter sind, entsprechend der Uebereinstimmung der natürlichen Nahrungsmittel, denen des Menschen außerordentlich ähnlich. Einige haben, wie z. B. in geringem Grade schon die Schweine und Flußpferde, einen in mehre Abtheilungen eingeschnürten Magen, ja die Pekarischweine ähneln auch in dieser Beziehung ganz den Wiederkäuern. Der so oft an die Nager erinnernde Elephant gleicht denselben auch durch einen ungeheuer großen Blinddarm.

Das Pekari hat auch eine Drüse, welche bei diesem Thiere auf dem Kreuze sich befindet, und welche eine stark bisamartig riechende Flüssigkeit aussondert, mit vielen Wiederkäuern gemein.

Zufolge ihrer Nahrung, welche in Gras, Kraut, Blättern und Früchten aller Art, bei den Schweinen auch wohl noch in Würmern und Insekten besteht, bieten die Dickhäuter dem Menschen sämmtlich eine treffliche Fleischnahrung dar. Das Schwein überbietet durch seinen Nutzen in dieser Beziehung die meisten übrigen Thiere und zeichnet sich besonders vor allen Landthieren durch die dicke Specklage unter seiner Haut aus. Dagegen werden die Elephanten, theils wegen ihres Nutzens, der bis ins höchste Alter andauert, theils, wie die Rosse bei uns, aus einem gewissen Dankbarkeits- und Achtungsgefühle, welches bei einigen ungebildeten Nationen in eine Art von Heilighaltung ausartet, nicht gegessen. Die Rosse nützen dem Menschen, so lange sie leben, sind durch ihren Charakter ihm lieb und werth, und nur rohe Völker (Tataren) essen ohne Abscheu das Fleisch eines im Umgange mit dem Menschen so veredelten Geschöpfes. Die Tataren trinken auch die Milch der Stuten und bereiten daraus den berauschenden Kumyßtrank. Die Milch des Esels wird bei uns als Heiltrank für Leidende benutzt, und das Fleisch desselben ißt man in einigen Gegenden und bereitet in Italien daraus die Salami (Würste). — Auch den Raubthieren sind die Dickhäuter eine willkommene Beute; der Elephant sogar wird mitunter vom Tiger und Löwen überwältigt. Nur ihre Größe oder aber eine starke Vermehrung schützt die Dickhäuter vor Ausrottung. Die meisten sind sehr zahlreich, selbst die Elephanten, obgleich diese zur Zeit nur ein Junges bringen, wie die Pferde. Dagegen haben die Schweine eine ungeheure Vermehrung, indem eine Sau bis auf vierzehn Junge zugleich bringen kann. Diese letzteren Thiere

haben daher sehr zahlreiche Zitzen an der ganzen Länge des Leibes, während das Elephantenweibchen nur zwei Euter, und zwar an der Brust, trägt.

Ziemlich viele Windungen und Faltungen in dem, an Masse freilich nicht sehr bedeutenden, Gehirne der Dickhäuter deuten darauf hin, daß diese Thiere in Beziehung auf Fähigkeiten fast auf der Stufe der Fleischfresser stehen. Doch sind die natürlichen Anlagen bei den Elephanten und Rossen durch den häuslichen und steten Umgang mit dem Menschen bedeutend entwickelt, aber keineswegs so sehr, daß z. B. ein Elephant einen Hund irgend überträfe. — Von den Sinnen ist der Geruch vorzüglich ausgebildet und durch die starke Nase begünstigt. Die Augen sind auffallend klein und blöde; sie stehen bei den Flußpferden (Fig. 371) ganz hinten oben auf dem Kopfe. Das Gehör ist nicht so stumpf und wird durch wohlgeformte äußere Ohren, bei den Elephanten von lappenförmiger Gestalt, bei den übrigen von mehr oder weniger lang gespitzter Bildung unterstützt.

Die Stimme ist bei den Thieren dieser Ordnung laut und charakteristisch, brüllend, grunzend oder wiehernd.

Die meisten Dickhäuter leben familien- oder gar truppenweise und mehre konnten deßhalb gezähmt werden. Ihrer Körpereinrichtung zufolge sind dieselben auf ebene, an Pflanzenwuchs reiche Gegenden angewiesen. Die Nashorne und Flußpferde leben nur an oder in Flüssen, das Geschlecht der Schweine am liebsten in Sümpfen, die Rosse in Grassteppen. Nur die kleineren roßartigen Thiere, wie Esel und Zebra, gedeihen auch in bergigen Gegenden. Alle, mit Ausnahme der an Flüsse gebundenen, schweifen weit umher. Sie sind über die heißen und gemäßigten Gegenden der ganzen Erde verbreitet, die Elephanten und Nashorne nur in den wärmsten Theilen Asiens und Afrika's, der Babirussa nur in Asien, das Flußpferd nur in Afrika, die Tapire auch nur in den heißen Landstrichen, aber in Asien sowohl, als in Amerika. Die Schweine und Rosse dagegen haben eine größere Verbreitung. Dabei sind von beiden die gezähmten Arten in zahlreiche Racen ausgeartet. Die Schweine in China sind kurzbeinig und haben einen eingebogenen Rücken, so daß der Bauch fast auf der Erde schleift. In Norddeutschland sind sie graugelb und oft schwarzgefleckt oder schwarz, in Süddeutschland graugelb und oft rothbraungefleckt oder ganz rothbraun. In Skandinavien und auch in andern Ländern mitunter sind dieselben einhufig, wie die Rosse. Von dem Roßgeschlechte gibt es zwar wild noch Esel, Quagga- und Zebrathiere, aber von dem echten Rosse ist die ursprünglich wilde Race verschwunden. Doch sind solche in manchen Gegenden wieder verwildert (Mittelasien, Südamerika) und beleben dort die Grassteppen in Schaaren von Tausenden. Jedes Land, jedes Volk hat dem Rosse eine besondere Bildung gegeben und so finden sich die verschiedensten Abarten. Durch schlanken Bau und Schnelligkeit, sowie durch feines, glattes Haar zeichnet sich vorzüglich die arabische Race aus, die man in allen Ländern zur Veredlung der einheimischen zu benutzen gesucht hat. Das norddeutsche Roß ist stark gebaut, noch mehr der englische Karrngaul; in den Berggegenden Skandinaviens und Sardiniens finden sich die kleinsten Rosse, ja auf den Shetlandsinseln sind sie kaum größer, als ein Hund, und ganz rauh und langhaarig. Die größere oder geringere Fülle der Nahrung, die Art derselben, die Abwechslung, die Trockenheit oder Feuchtigkeit, die Wärme oder

Kälte des Landes, die ebene oder gebirgige Beschaffenheit des Bodens, die Art der täglichen Pflege und tausend andere, scheinbar sehr kleine Umstände wirken auf den Wuchs, die Formen und die Eigenschaften so bedeutend ein, daß sie, ebenso wie fortgesetzte Kreuzung oder Vermischung der Racen erbliche neue Racen hervorbringen können. Bei der Kreuzung gilt die Regel, welche man aus vielen Beobachtungen gezogen und zum Nutzen zu bringen gewußt hat, daß das Junge (Fohlen) in der Größe und dem Wuchse des Leibes der Stute, dagegen in der Bildung des Kopfes und der Füße, sowie im Muthe und in der Leichtigkeit dem Hengste ähnlich wird. Die Maulesel und Maulthiere sind Mischlinge von Rossen und Eseln, pflanzen sich selber aber niemals fort — ein Beweis für die Beständigkeit der Arten in der Natur. Auch die Farbe der Rosse ist sehr verschieden und auch hier kommen, wie bei allen Hausthieren, ungleichmäßige Zeichnungen der beiden Seiten vor.

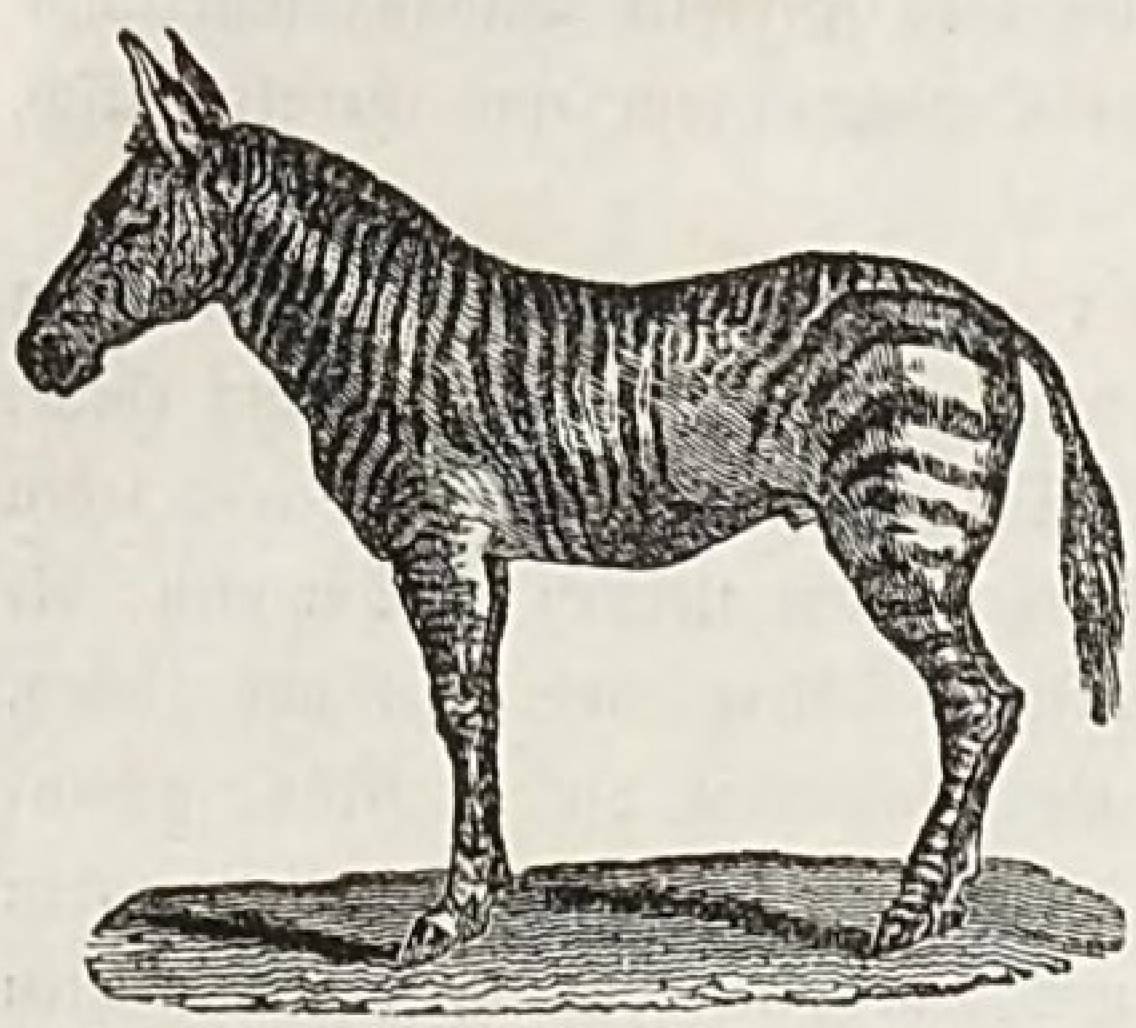


Fig. 382. Das Zebra (Equus zebra). $^1/_{25}$ d. nat. Gr.

Manche Pferde werden schwärzlich geboren und werden doch später gefleckt oder völlig weiß. — Die schönsten Dickhäuter, wie die Zebrathiere (Fig. 382), mit buntgestreiftem Felle („Seepferdfell" genannt), leben in den heißen Ländern. Bei den Elephanten und Rossen findet sich mitunter die Krankheit des Albinismus; es werden solche Thiere völlig weiß geboren, mit farblosen und daher das rothe Blut durchscheinen lassenden Augen, selbst mit weißen Hufen. Mannigfachen Seuchen und zum Theil ansteckenden Krankheiten sind besonders die Rosse unterworfen.

Schon die ältesten Tertiärschichten des Erdbodens sind sehr reich an Dickhäutern, welche zu den ältesten Haarthieren auf der Erde gehören. Die damaligen Arten, deren Gerippe sich noch sehr zahlreich finden, ja selbst die damaligen Geschlechter sind alle ausgestorben. Sie waren meist schweineartig, theilten aber zugleich die Merkmale mancher anderer Dickhäuter. Hieher gehören die Paläotherien (Fig. 383), welche man bei Paris zuerst ausgrub. Das Anoplo-

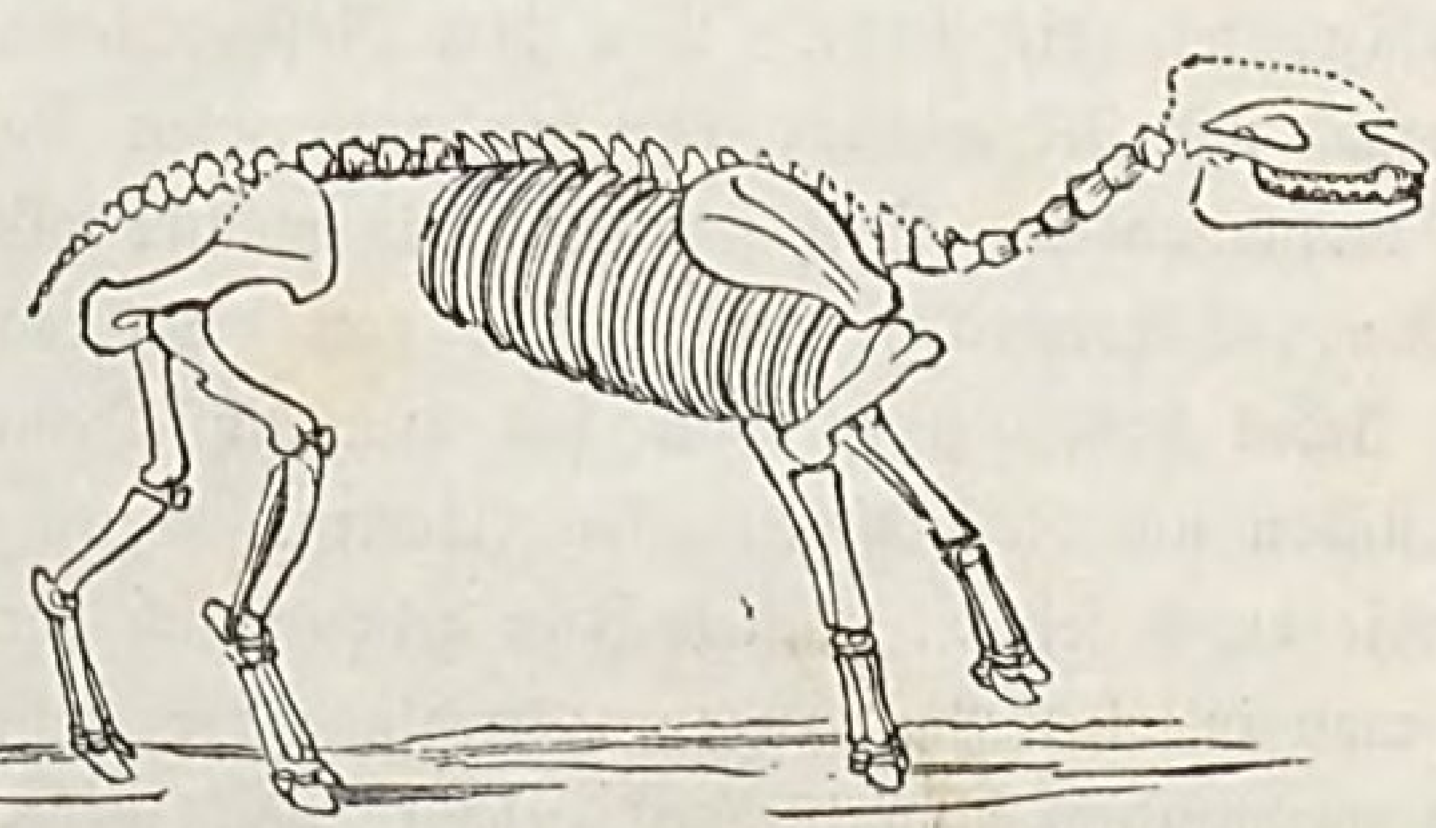


Fig. 383. Das Skelett des Palaeotherium magnum. — $^1/_{32}$ d. nat. Gr.

therium (Fig. 384) hatte alle Zähne von gleicher Länge und in enggeschlossener Reihe, wie der Mensch und wie kein anderes Thier. In den mittleren Tertiärschichten finden sich die Ueberreste der ungeheuren Dinotherien (Fig. 385), deren

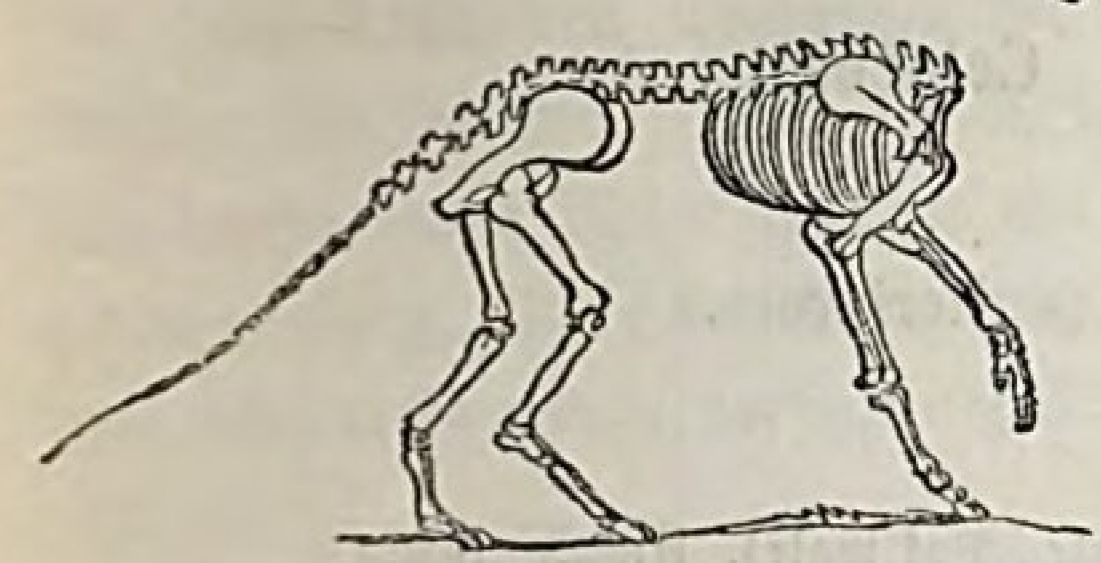


Fig. 384.
Das Skelett des Anoplotherium commune.
$^1/_{25}$ d. nat. Gr.

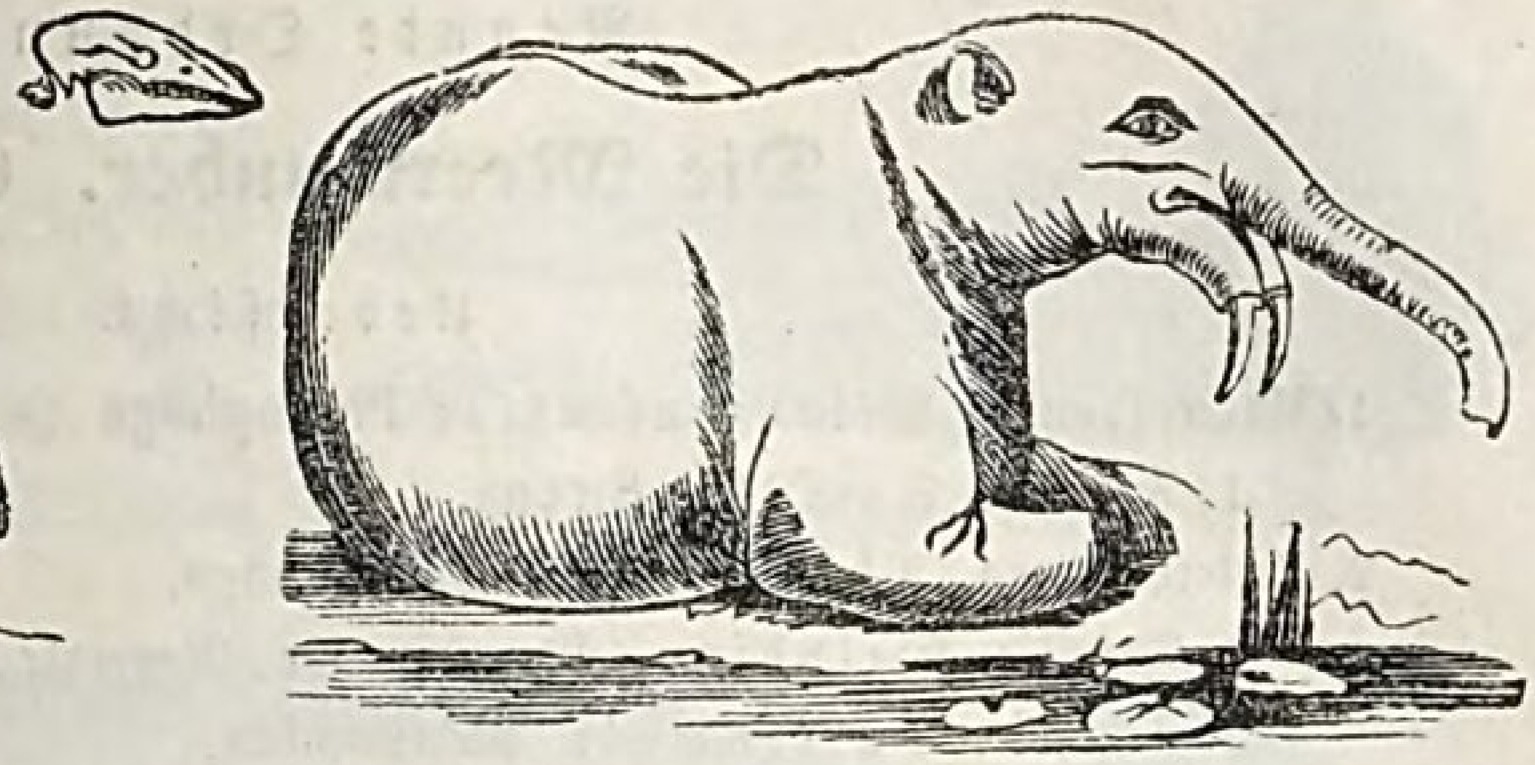


Fig. 385.
Vermuthliche Gestalt von Dinotherium giganteum.

Körper dem der Flußpferde ähnlich gewesen sein mag, während ihr Gebiß sich durch zwei ungeheure nach unten gerichtete Stoßzähne im Unterkiefer (Fig. 386) auszeichnete und vermuthlich ein Rüssel die Nase verlängerte. Ferner die Mastodonten, elephantenartige Thiere mit Höckerzähnen (Fig. 387), die Missurien (in Nordamerika) mit seitwärts gebogenen kolossalen sichelförmigen Hauern. In den neutertiären Schichten erscheinen schon echte Elephantenarten, z. B. das Mammuththier (Elephas primigenius, Fig. 374, a), Schweine, Nashorne (Fig. 378 und 388) und selbst einhufige, roßartige Geschöpfe.

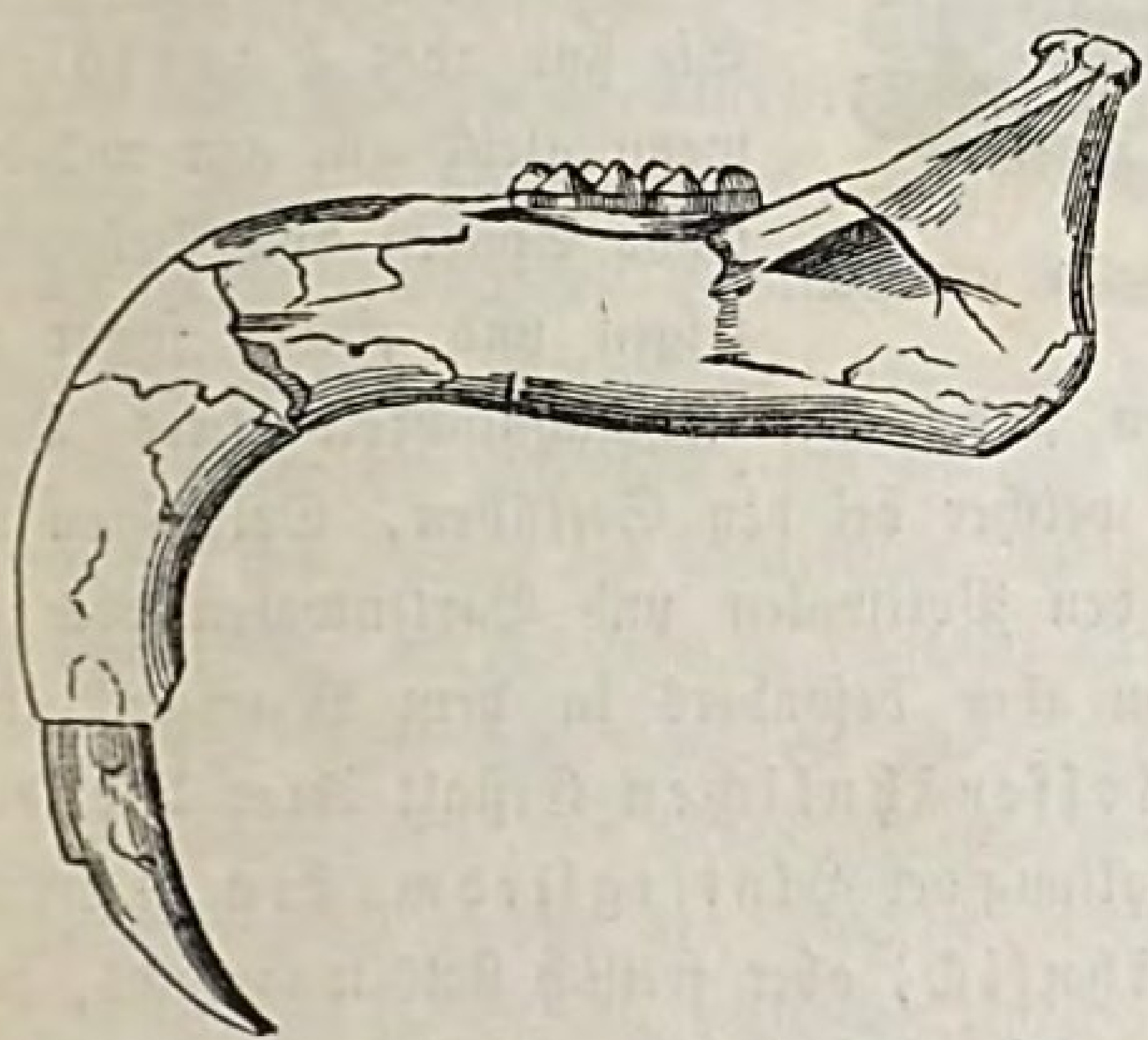


Fig. 386. Der Unterkiefer von Dinotherium giganteum.
$^1/_{10}$ d. nat. Gr.



Fig. 387.
Zahn eines Mastodonten.
$^1/_3$ d. nat. Gr.

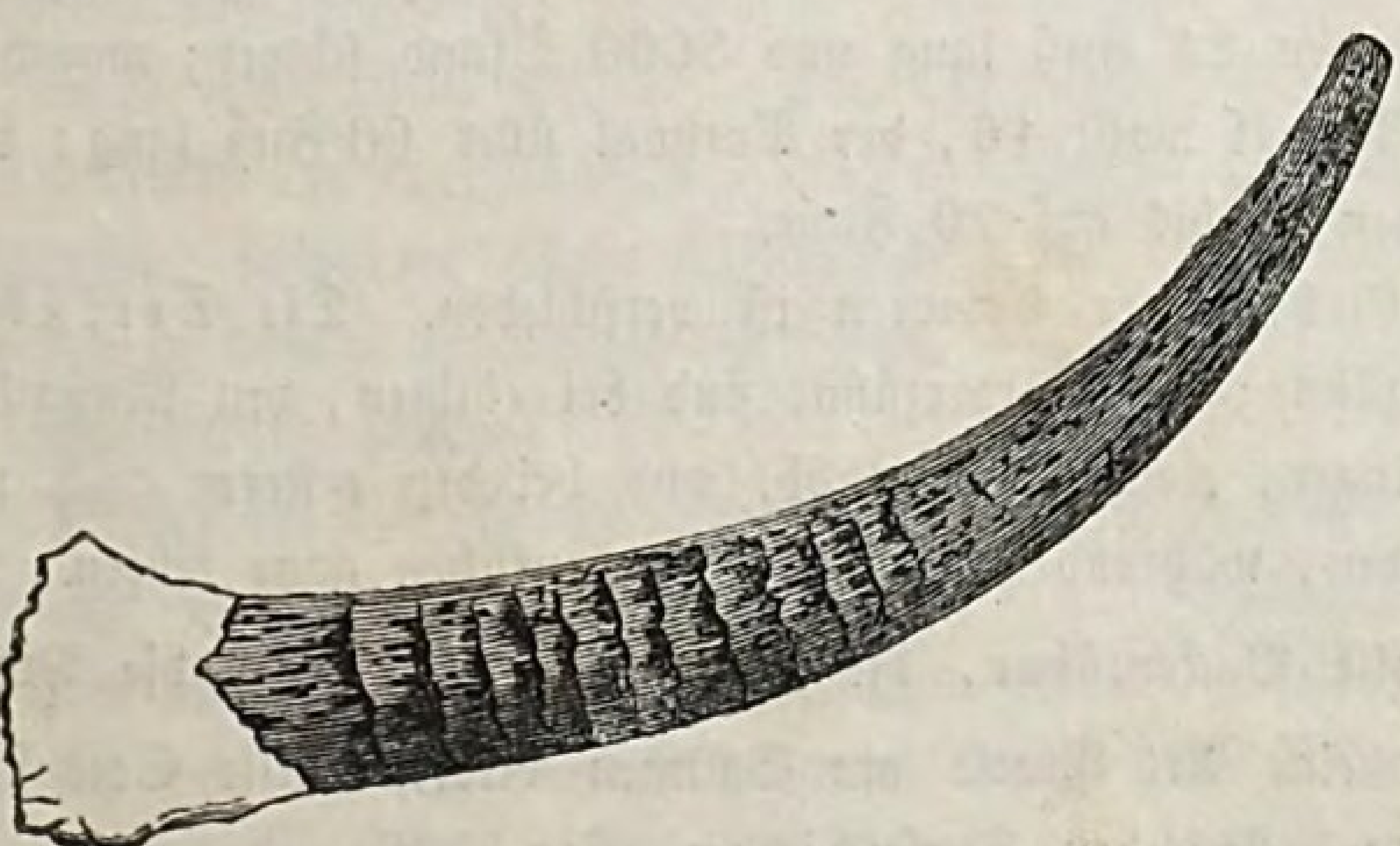


Fig. 388. Das Horn des Rhinoceros antiquitatis.

Neunte Ordnung.

Die Meerwunder. Cetacea.

Uebersicht.

1. Unterordnung. Pflanzenfresser Phytophaga (s. Herbivora.)
   1. Familie. Seekühe. Sirena.
2. Unterordnung. Thierfresser. Sarcophaga.
   2. Familie. Delphine (Meerschweine, Narwale, Pottwale). Delphinodea.
   3. Familie. Bartenwale. Balaenodea.

An die plumpen und großen Dickhäuter schließen sich die noch plumperen und zum Theil ungeheuer großen Meerwunder oder Cetaceen, die Seekühe, Delphine, Narwale, Pottwale und Bartenwale (Fig. 389), welche zum Theil durch ihre, auf einen steten Aufenthalt im Wasser berechnete Körperform den Fischen so sehr gleichen, daß man mehre dieser Thiere gemeiniglich als Fische (Pottfisch, Walfisch, Finnfisch) zu benennen pflegt. Sie sind aber Haarthiere, wenn gleich alle nur unbedeutende Spuren von Behaarung zeigen und einige sogar nur im frühesten Jugendalter damit versehen sind. Die Fischähnlichkeit ihres Baues besteht theils in der Dicke des Kopfes, welcher bei den Seekühen, Delphinen und Narwalen noch verhältnißmäßiger, bei den Pottwalen und Bartenwalen aber fast größer ist als der ganze Rumpf, dann aber besonders in dem Mangel eines Halses, in der verkümmerten, nur flossenähnlichen Gestalt ihrer Vordergliedmaßen und der gänzlichen Umgestaltung der Hintergliedmaßen zu breiten, am Ende des Leibes sich fischschwanzähnlich, aber freilich stets wagerecht, ausbreitenden Ruderlappen. Die Größe dieser Geschöpfe, welche mit Recht Wunder des Meeres genannt werden können, ist wirklich zum Theil außerordentlich. Die Borkenkühe werden 24 Fuß lang und 8000 Pfund schwer; manche Delphine nicht minder; der Narwal wohl 16, der Pottwal über 60 Fuß lang; der Walfisch und Finnfisch bringen es bis auf 70 Fuße.

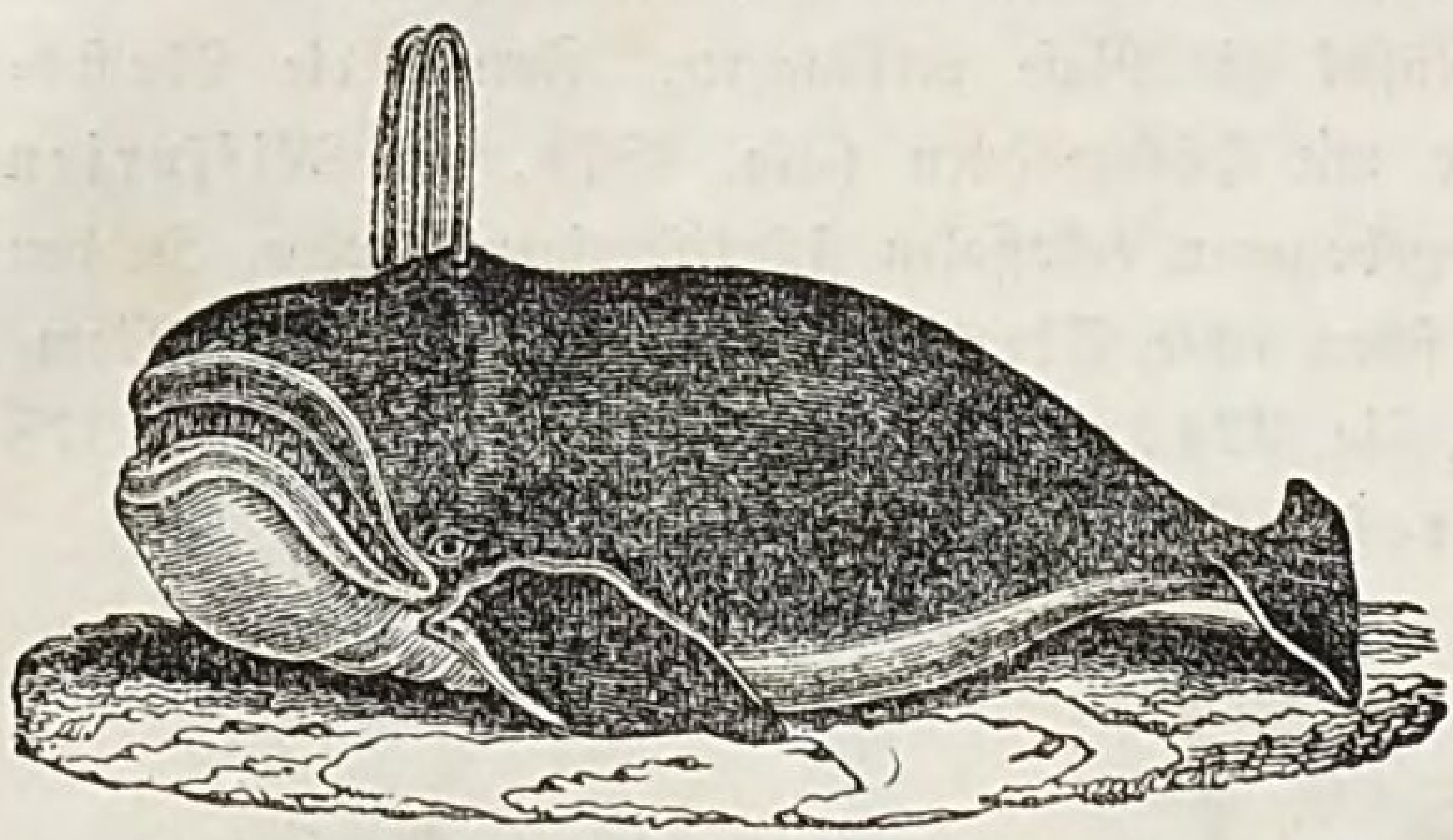
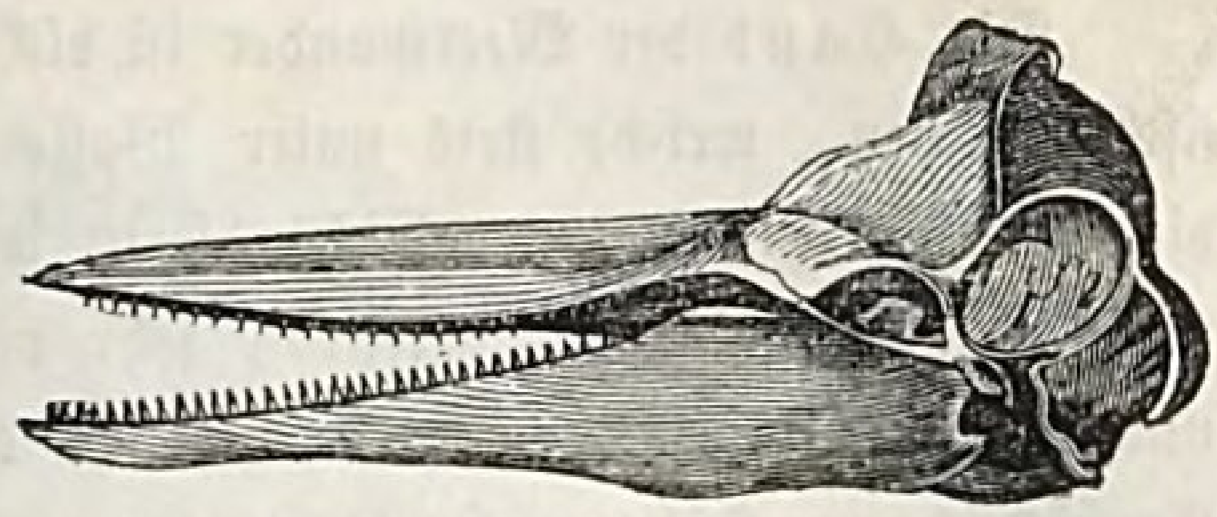
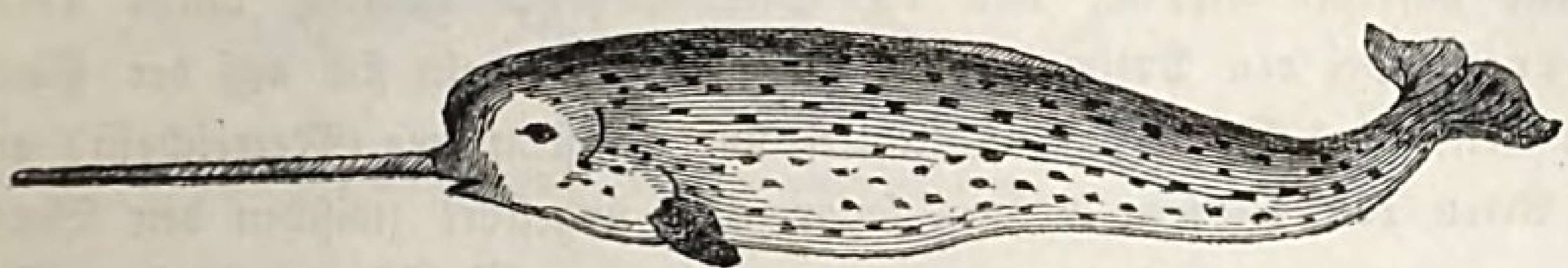


Fig. 389. Der Bartenwal (Balaena mysticetus). — $1/_{250}$ d. nat. Gr.

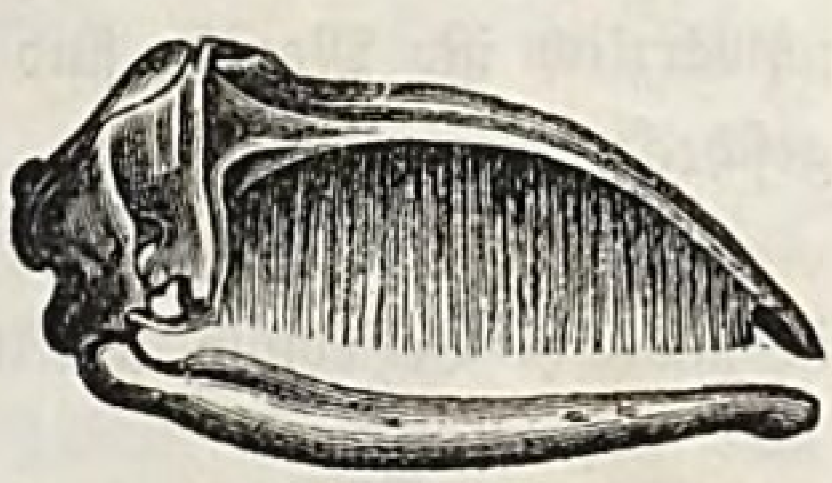
Der Zahnbau der Cetaceen ist verschieden. Die Seekühe oder Sirenen haben nie Eckzähne; die Vorderzähne sind bei einigen, den Manati- und Dugongkühen, in geringer, wechselnder Zahl, und bei den ersteren auch nur im frühesten Alter, vorhanden, während sie bei den Borkenkühen ganz fehlen. Die Manatikühe haben $\frac{8\ \ 8}{8\ \ 8}$ platte Backenzähne, die Dugongkühe 3 bis 5, die Borkenkuh gar nur einen, welcher eine Art Platte am Gaumen bildet. Alle Seekühe sind pflanzenfressende Thiere. Bei den Delphinen (Fig. 390), deren es eine große Zahl verschiedener Arten gibt, fällt jeder Unterschied verschiedener Zahnarten ganz weg; es finden sich bei diesen Thieren in beiden Kiefern 9 bis 50 gleichförmige spitzige

Zähne, welche nicht zum Kauen, sondern nur zum Festhalten lebendiger Beute bestimmt sein können. Die den Delphinen nahe verwandten Narwale oder Seeeinhorne (Fig. 391) zeichnen sich durch zwei wagerecht gerade vorstehende Eckzähne


Fig. 390. Der Schädel eines Delphines.


Fig. 391. Der Narwal oder Einhornfisch (Monodon monoceros). — 1/60 d. nat. Gr.

im Oberkiefer aus, welche die ungeheure Größe von zwei Dritttheilen der Körperlänge des Thieres erreichen und einer Stange mit schraubenförmig gewundenen Reifen gleichen. Diese Zähne, welche ein treffliches Elfenbein geben, stehen sehr nahe beisammen, und meistens fällt der eine in der Jugend schon aus, woher der Name „Einhornfisch" entstanden ist. Bei den Pottwalen (Fig. 396) stehen nur im Unterkiefer einige dicke Zähne hervor, während sie im Oberkiefer unter der Haut verborgen bleiben. Bei den Bartenwalen (Fig. 392) endlich entwickeln die eigentlichen Zähne sich gar nicht, dagegen erzeugt die Gaumenhaut gewaltige Hornbildungen. Es hangen nämlich vom Gaumengewölbe lange und faserige Hornplatten senkrecht herab. Sie sind, jede von der Mittellinie des Rachens zum Kieferrande laufend, unter der Mittellinie am längsten, bis 10 Fuß lang, am Kieferrande dagegen ganz kurz. Da


Fig. 392. Der Schädel des Bartenwales (Balaena mysticetus).

ihrer wohl 300 bis 900 bei einem Thiere hinter einander stehen, und alle die gleiche Form haben, so bilden sie zusammen eine schiffskielartige oder verkehrt dachförmige Masse, welche den inneren Raum des Maules ganz füllt und gerade in den kahnförmig vertieften Unterkiefer hineinpaßt. Die Hornplatten, Barten (Fig. 393) genannt, sind an ihrem unteren Rande borstenartig zerfasert. Sie liefern das sogenannte „Fischbein"; ein einziges Thier liefert dessen mitunter mehr als 3000 Pfunde. Die Bartenwale sind nicht im Stande, größere Thiere zu verschlingen, sondern nähren sich nur von kleinen Seegeschöpfen, besonders einem Weichthiere, dem „Walfischaase", welches in ungeheurer Menge im Meere vorkommt. — Die Seekühe haben dicke, fleischig aufgeschwollene Lippen.


Fig. 393. Eine einzelne Fischbeinbarte.

Die Zehen sind bei den Meerwundern ganz anders gestaltet, als bei allen bisher beschriebenen Thieren. Die Vorderfüße sind zu fischflossenähnlichen Ruderhänden ausgebreitet und alle Zehen in der sehnigen Masse derselben vereinigt. Nur bei der Manatikuh und der Borkenkuh sind am Rande der Ruder noch Spuren von zehenartiger Eintheilung und sogar von Nägeln zu bemerken. Die scheinbar ganz fehlenden Hinterfüße hat man in den flossenartigen Lappen zu erkennen, welche den wagerechten Schwanz bilden.

Die Haut der Meerwunder ist dick, besteht aber besonders bei den vollkommen fischähnlichen, welche stets unter Wasser leben, aus einem lockereren Gewebe als die der Landthiere, und gleicht hierin wirklich der Haut schuppenloser Fische. Dieselbe ist aber bei der Borkenkuh sehr dick und getrocknet schwärzlichem Holze nicht unähnlich; auch wird sie wirklich von den Bewohnern des nördlichsten Asiens und Amerika's zu Kähnen benützt. Haare haben die Meerwunder auch im Alter gewöhnlich auf den Lippen, und die Seekühe sogar ziemlich lange dickborstige Schnurren. Bei den Pottwalen und Bartenwalen siedeln sich auf der Haut, wie auf den Felsen des Meeres, Muschelthiere und Krustenthiere (Meereicheln) an, und gewisse Arten von letzteren wohnen sogar ganz ungestört zwischen den Barten der Walfische. Einige Delphine (Fig. 394), die Pottwale und gewisse Bartenwale (die Finnfische) haben auf dem Rücken einen dreieckigen Hautlappen, welcher der Rückenflosse vieler Fische gleicht; man nennt diese Flosse eine „Finne." — Hinsichtlich der Farbe der Cetaceen ist zu bemerken, daß dieselbe meistens grau oder schwärzlich ist. Manche sind am Leibe weiß, einige Delphine auch schwarz und weiß gescheckt.

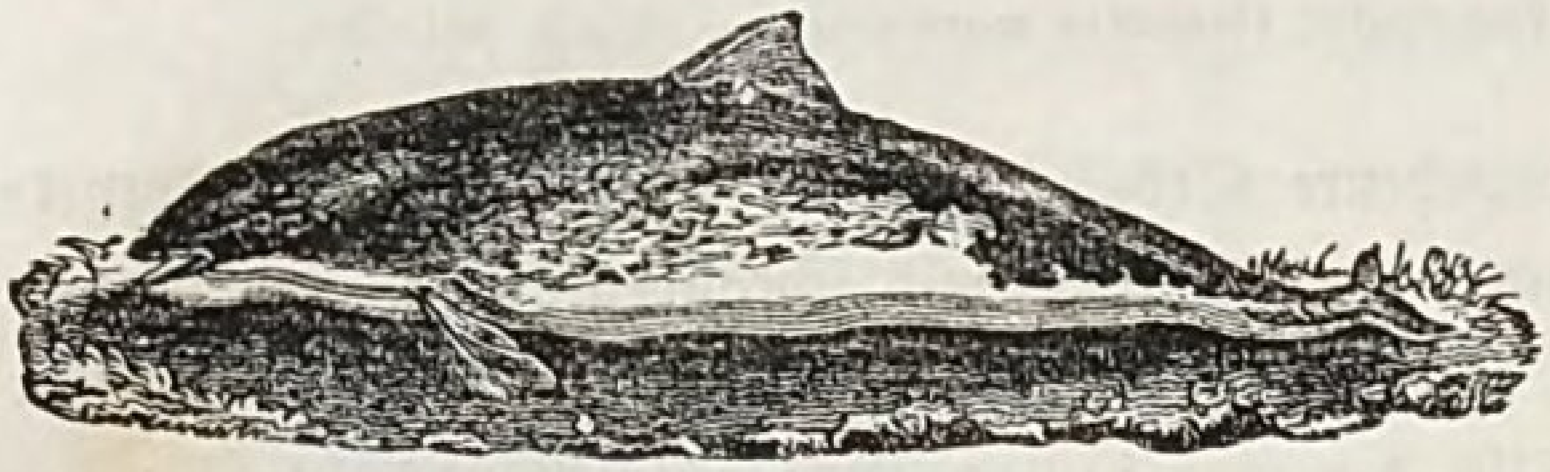


Fig. 394. Der gemeine Delphin (Delphinus [Phocaena] communis). 1/20 d. nat. Gr.

Das Skelett (Fig. 395) der Meerwunder zeigt viele Sonderbarkeiten, welche in mancher Beziehung wirklich an die Fische erinnern und dieselben von dem Menschen

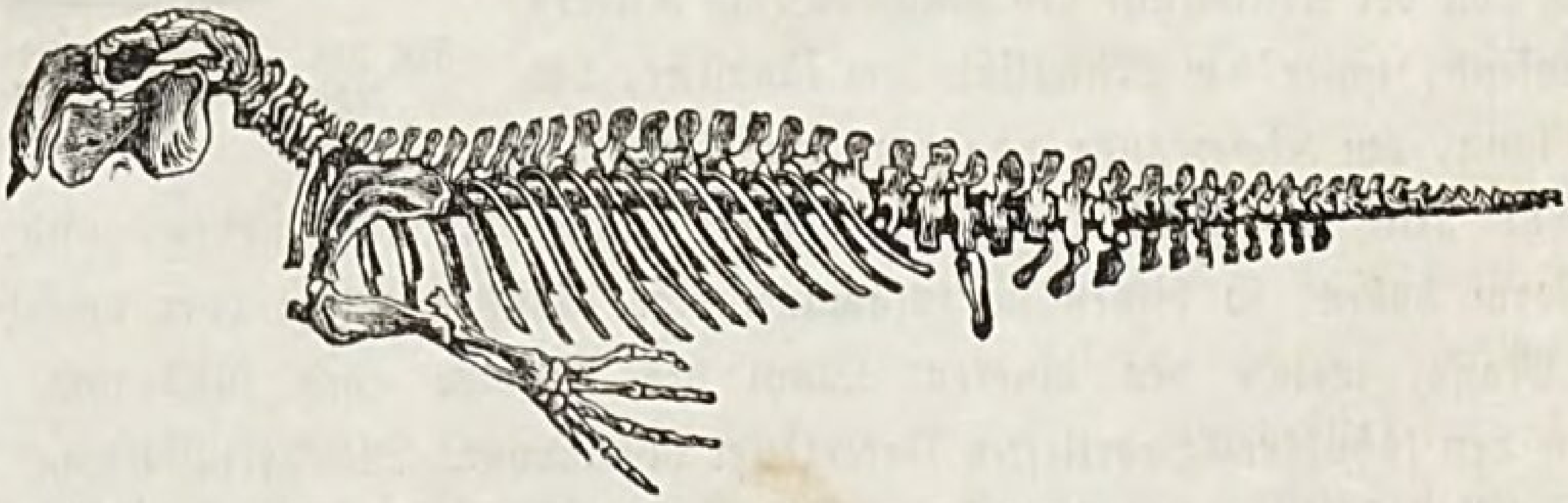


Fig. 395. Das Skelett der Dügongseekuh (Halicore cetacea).

weiter, als alle übrigen Haarthiere, entfernen. Die Knochen des Schädels sind nicht so fest mit einander verbunden, als bei den Landthieren, besonders hangt das Felsenbein, der Theil, welcher die innern Gehörswerkzeuge umschließt, nur durch Sehnen daran. Die Kinnladen sind sehr groß, besonders bei den großköpfigen Walen beträgt der Kinnladentheil bei weitem die größte Hauptmasse, während der Schädeltheil nur gering ist. Bei den Bartenwalen ist der Unterkiefer noch größer, als der Oberkiefer und umfaßt diesen beinahe mit seinen aufwärts gebogenen rippenähnlichen Aesten, welche stets getrennt bleiben. Bei den Pottwalen (Fig. 396) ist der Unterkiefer dagegen schmal und schnabelähnlich. Ueber dem Oberkiefer aber befinden sich bei diesem Thiere vor der kleinen Gehirnhöhle zahlreiche große Höhlungen mit knorpeligen Wandungen, welche die Hauptmasse des übermäßig dicken Kopfes bilden, und angefüllt sind mit einem eigenthümlichen Fette,

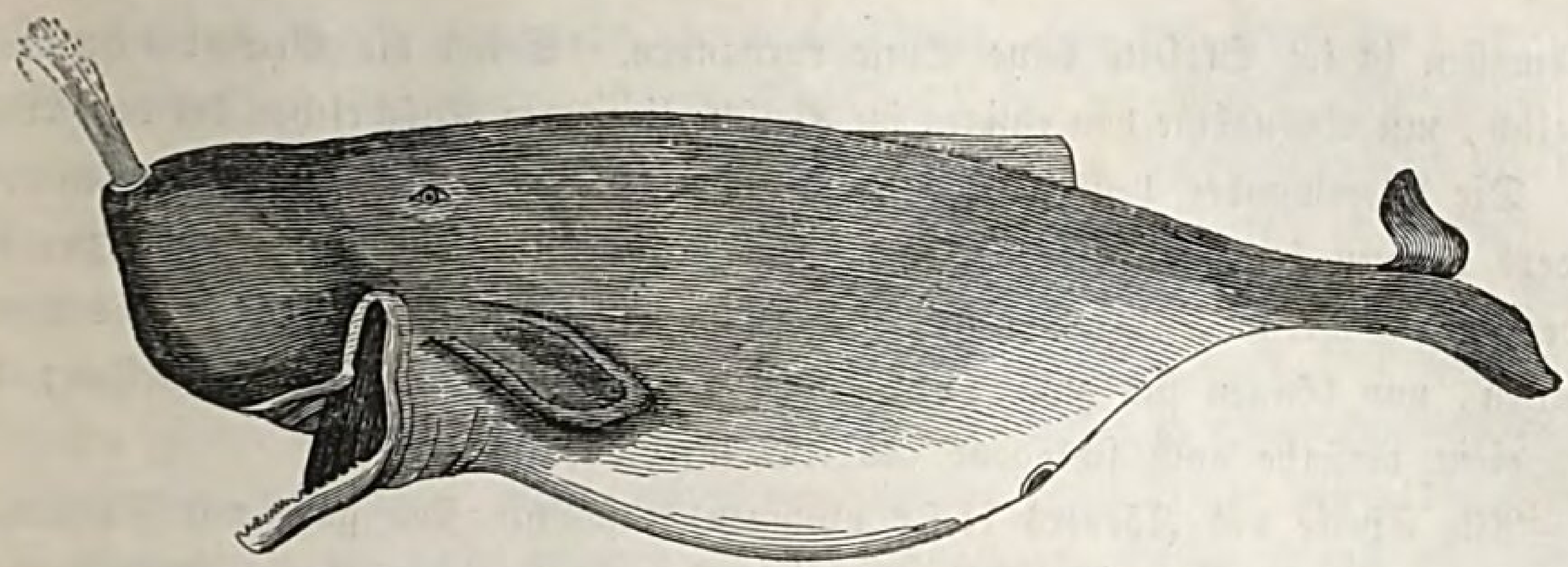


Fig. 396. Der Pottwal (Physeter macrocephalus). — $1/250$ d. nat. Gr.

dem Walrathe (sperma ceti). Eine schnabelähnliche Verschmälerung und Verlängerung der Kinnladen findet sich auch bei manchen Delphinen. — Das Hinterhauptsloch und die beiden Gelenkköpfe, durch welche der Kopf mit der Wirbelsäule verbunden ist, befinden sich bei diesen Thieren ganz an der Hinterfläche des Schädels, so daß die Kinnladen in der Richtung der Wirbelsäule selbst liegen müssen. Beim Menschen befindet sich jenes Loch ganz in der Mitte der Unterseite des Schädels, so daß die Kinnladen mit der Wirbelsäule einen rechten Winkel machen. Aber von den Affen bis zu den Meerwundern sehen wir jenes Verhältniß durch die verschiedenen Ordnungen der Haarthiere hindurch ganz allmählig sich umändern. Sehr merkwürdig ist der Umstand, daß sich bei den Delphinen, Narwalen und Pottwalen meistens eine Ungleichheit in der Form und Größe der beiden Seiten des Schädels, zumal des Kiefertheiles zeigt, zu welcher auch schon die ungleiche Ausbildung der Vorderzähne bei den Narwalen zu rechnen ist. Gewöhnlich ist der Ober- und Zwischenkiefer auf der rechten Seite größer, als auf der linken, und in Folge dessen das rechte Nasenloch enger, als das linke. Doch steht diese auffallende Unregelmäßigkeit nicht so ganz vereinzelt bei den Cetaceen, da man sogar selten oder nie einen Menschen finden wird, bei welchem nicht in ganz geringem Grade eine ähnliche Unregelmäßigkeit in der innern und oft auch in der äußeren Bildung der Nase stattfände. Die Halswirbel der Meerwunder sind äußerst kurz und ganz ohne Dornfortsätze und bei mehren Gattungen, durch Verschmelzung mehrer Wirbel zu einem Knochen, geringer an Zahl, als bei den Landthieren. Die rippenlosen Lendenwirbel tragen sehr lange Dornen, und dasselbe ist bei allen Schwanzwirbeln der Fall. Die Rippen sind dagegen zahlreicher, etwa in dem Verhältnisse der Dickhäuter, und endigen, wie bei den Fischen, meistens ohne an das Brustbein geheftet zu sein. Letzteres fehlt fast ganz, so daß bei den Delphinen nur vier bis fünf, bei den Seekühen nur drei bis vier Rippen, und bei den Walen gar nur eine, an jeder Seite mit demselben verbunden sind, während bei den ersteren dreizehn bis fünfzehn, bei den zweiten sechszehn bis achtzehn und bei den Walen elf Rippen frei im Fleische endigen. Die Rippen der Wale ähneln ungeheuren Fischgräten auch durch ihre Schwachheit. Die Schulterblätter sind groß und breit. Die Vordergliedmaßen liegen mit den äußerst kurzen Oberarmknochen und den ebenso kurzen und dabei breiten und platten Unterarmknochen ganz im Rumpffleische verborgen. Die Finger der Hände sind im Skelette gesondert und von sehr platter Bildung. Von den Hinter-

gliedmaßen ist im Skelette keine Spur vorhanden. Selbst die Beckenknochen fehlen gänzlich, mit Ausnahme von einigen im Fleische liegenden Knöchelchen bei den Walen.

Die Meerwunder besitzen eine große Muskelkraft in ihrem Hinterleibe, besonders in dem sogenannten Schwanze. Sie benutzen denselben als Ruder zur Fortbewegung, während die Handflossen und Finnen nur das Gleichgewicht des Körpers erhalten, und können sich zum Theil damit aus dem Wasser herausschnellen; dann aber dient derselbe auch schlagend als eine furchtbare Waffe.

Alle Theile des Körpers dieser plumpen Geschöpfe sind ganz mit Fett durchdrungen, welches die Leichtigkeit derselben im Wasser vermehrt. Besonders das Zellgewebe unter der Haut ist sehr reich an Fett, und bildet bei den Delphinen und Walen außerordentlich dicke Speckmassen. Das Fett gleicht dem Fischfette, indem es bei gewöhnlicher Luftwärme flüssig ist; es wird Thran genannt. Selbst die Haut ist meistens ganz mit solchem durchdrungen, und wenn die Seekühe am Ufer gelegen haben, so ist der Boden stets besudelt. — Nur das Walrathfett des Pottwales ist hart, fast wie Wachs. — Ein Walfisch gibt mitunter mehre hundert Tonnen voll Thran; ein Pottwal wohl 50 Centner Walrath und 200 Centner Thran.

Die Verdauungswerkzeuge der Meerwunder bieten einige Verschiedenheiten dar. So haben die Manatiküh̄e einen in vier Säcke, von denen zwei zur Seite liegen, getheilten Magen und einen sehr großen Blinddarm, die übrigen einen einfachen Magen, die Delphine und Narwale gar keinen Blinddarm, die Bartenwale einen kurzen. — In dem Blinddarme des Pottwales findet sich eine verhärtete, wohlriechende Masse, der sogenannte graue Amber. — Der Auswurf der Bartenwale ist roth und kann als Färbemittel benutzt werden.

Alle Meerwunder säugen ihre Jungen an Eutern, welche bei den Seekühen und Delphinen an der Brust, bei den Walen am Hinterleibe stehen.

Wenn gleich an der ungeheuren Größe des Kopfes mancher dieser Thiere die Schädelhöhle den geringsten Antheil hat, so ist dennoch ihr Gehirn im Verhältnisse zur Größe des Körpers nicht klein, und die vielfachen Faltungen desselben lassen glauben, daß die mährchenhaft klingenden Erzählungen der alten Griechen und Römer von der Klugheit und den Gefühlsäußerungen dieser Thiere nicht ganz ersonnen sein mögen. Trotz des Mangels äußerer Ohrbildungen und der Enge der Ohröffnungen selbst sind diese Geschöpfe für den Schall nicht unempfindlich; den Delphinen wird sogar Liebe zu musikalischen Harmonien zugeschrieben. Die Zitterungen des Schalles scheinen durch die ganze Leibeshaut der Gehörsnerven mitgetheilt zu werden. — Die Augen sind bei allen Meerwundern sehr klein, besonders auffallend bei den größten; beim Walfische nur wie ein Ochsenauge. Nichtsdestoweniger will man bemerkt haben, daß sie unter dem Wasser sehr gut sehen. Der Tastsinn fehlt gänzlich, sowie ohne Zweifel auch der Geschmack, da die Zunge fast nur eine gewaltige Speckmasse ist. Der Geruch muß ebenfalls sehr schwach sein, da die Walfische nur einige wenige, die übrigen sämmtlich gar keine Muschelwindungen in der Nasenhöhle haben. Die Nase dient bei diesen Thieren nur der Athmung.

Letztere geschieht ganz anders als bei den Fischen, nämlich durch Lungen, wie bei den übrigen Haarthieren. Die Luft wird aber nie durch das Maul, sondern

nur durch die Nase eingezogen und ausgehaucht. Um das Eindringen von Wasser in die Luftröhre zu hindern, ist der Kehlkopf bei den meisten dieser Thiere pyramidenförmig gebaut und ragt im Schlunde bis in die Nasenhöhlungen herauf. Bei den Seekühen, welche nicht mit dem Kopfe unter dem Wasser zu bleiben pflegen, befinden sich die Nasenöffnungen, wie bei andern Thieren, vorn an der Schnauze. Bei den übrigen dagegen stehen dieselben mehr oder weniger hoch oben auf dem Kopfe, gleich vor dem Schädeltheile und sind bei vielen zu einem gemeinsamen Loche (Spritzloche) vereinigt. Beim Einathmen müssen diese Thiere daher die Oberfläche des Kopfes an die Luft bringen. Beim Ausathmen stoßen sie oft eine oder zwei hohe Fontänen von eingeschlucktem Wasser durch die Nase mit heraus. — Die Stimme der Meerwunder erhebt sich nicht über ein dumpfes Brummen oder Grunzen.

Ueber die Lebensweise der Cetaceen ist wenig bekannt, sowie sie überhaupt von allen Haarthieren die unbekanntesten sind. Die Seekühe leben in großen Schaaren, sollen aber doch paarweise zusammenhalten und zur Vertheidigung ihrer Jungen alle ihre Kräfte aufbieten. Sie kommen oft ans Ufer und nähren sich dort von den ausgeworfenen Seetangen oder von anderen Küstenpflanzen und schlafen gern im Sonnenscheine. Die Delphine leben ebenfalls heerdenweise, kommen nie auf das Ufer, aber oft an die Oberfläche des Wassers, sind äußerst gefräßig und greifen vereint die stärksten Meeresbewohner an. Auch die Wale scheinen wenigstens zu Zeiten in größeren Gesellschaften zu schwimmen, kommen auch häufig, um zu athmen, an die Oberfläche des Meeres und verrathen sich den Seeleuten durch ihre Wasserfontänen. Diese Thiere schlafen im Wasser zu Zeiten sehr fest. — Alle Meerwunder werden häufig verfolgt und ihres Nutzens wegen gefangen, da sie Thran, Leder, Fischbein und andere nützliche Stoffe geben. Die pflanzenfressenden Seekühe, besonders die Manatiküge, werden auch wohl gegessen, da sie früher für Fische gehalten wurden, und als solche noch heute zu den Fastenspeisen gehören. Die Walfische bilden eine Hauptspeise der Grönländer. Obgleich in allen Meeren verbreitet, so lieben die Cetaceen doch vorzugsweise die Polarmeere, in welche, zumal zum Walfischfange, jährlich ganze Flotten von Schiffen reisen. — Auch unter den Meerbewohnern haben sie ihre Feinde und dienen lebendig gewissen großen, als Aas auch kleinen Fischen und Krebsthieren zur Nahrung.

Die Geschöpfe dieser Ordnung stehen auf der niedrigsten Stufe unter allen Haarthieren in Beziehung auf den Körperbau. Sie sind auch von allen bisher beschriebenen vielleicht die am frühesten erschaffenen, da ähnliche Arten und Gattungen schon in den ältesten tertiären Bodenschichten häufig vorkommen. Sie haben sich seit Bildung jener Schichten durch die mittel- und neutertiäre Zeit bis in die jetzige Periode in ziemlich gleicher Häufigkeit erhalten.

Die Haarthiere Australiens. Didelphidæ (Marsupialia).

Uebersicht.

1. Familie. Fleischfressende. Sarcophaga.
2. Familie. Pflanzenfressende. Carpophaga.

Australien, der fünfte und den gebildeten Völkern erst seit dem vorigen Jahrhunderte bekannt gewordene Theil der Länder unserer Erde, hat von allen bisher beschriebenen Haarthieren keine aufzuweisen. Diejenigen von diesen, welche dort jetzt angetroffen werden, sind erst durch Schiffe zufällig oder absichtlich, zumal als Hausthiere, dorthin verpflanzt worden. Dagegen ist Australien, und zwar vorzugsweise die größte Insel Neuholland, dann die sehr große Insel Neuguinea und die kleine Insel Tasmanien oder Vandiemensland von zahlreichen Haarthieren bewohnt, welche durch ganz besondere Verhältnisse ihrer Natur sich auszeichnen. Nur auf den Sundainseln, welche ihrer Lage nach ebenso gut zu Australien gerechnet werden könnten, als man sie gewöhnlich zu Asien zu rechnen pflegt, kommen mehre der australischen Haarthiere ebenfalls vor, und auch in Amerika findet sich eine ziemlich zahlreiche Sippschaft ähnlicher Geschöpfe.

Alle australischen Haarthiere haben die Eigenthümlichkeit, daß sie in einem völlig unvollkommenen Zustande zur Welt kommen. Diese Thiere ziehen ihre Nahrung vor der Geburt nicht, wie die sich bildenden Jungen anderer Haarthiere, aus einem Blutadernetze (Placenta), und sind, wenn sie geboren werden, außerordentlich klein, z. B. die Jungen der kaninchengroßen Opossums sind nur etwa einen Gran schwer, die Jungen der über 4 Fuß langen Kängurus sind nur etwa so groß als ein Haferkorn. Sie sind dann zu jeder Bewegung noch ganz unfähige Embryone und haben von den Gliedmaßen kaum stummelartige Spuren. Das Mutterthier bringt diese winzigen Geschöpfchen an seine Zitzen, woselbst dieselben, indem die Zitzen lang in ihre Mundöffnung hineinwachsen, festgehalten werden, und sich durch die, vermittelst Zusammenziehungen der Eutermuskeln, ohne ihr Zuthun, ihnen eingepreßte Nahrung erst allmählig so ausbilden, daß sie den Zustand, in welchem unsere gewöhnlichen Haarthiere geboren zu werden pflegen, erreichen. Zum Schutze für die unreifen Jungen haben die meisten australischen Haarthiere zu beiden Seiten des Bauches und der an diesem stehenden Zitzen eine Hautfalte. Diese Hautfalten schließen mehr oder weniger über den Zitzen zusammen und bilden bei einigen Thiergattungen eine vollständige Tasche oder einen Beutel, weßhalb man diese Thiere auch Beutelthiere zu nennen pflegt. Das Thier kann diese Hautfalten nach Belieben öffnen und schließen. Dieselben werden gestützt von zwei platten Knochen, welche vom Schoßbogen des Beckens nach vorn zwischen den Muskeln des Bauchfelles liegen und mit ihrem hinteren Ende an die Schoßbeine befestigt sind. Diese Knochen, welche man Beutelknochen (Fig. 397) nennt, finden sich aber auch bei den männlichen Thieren und überhaupt bei allen

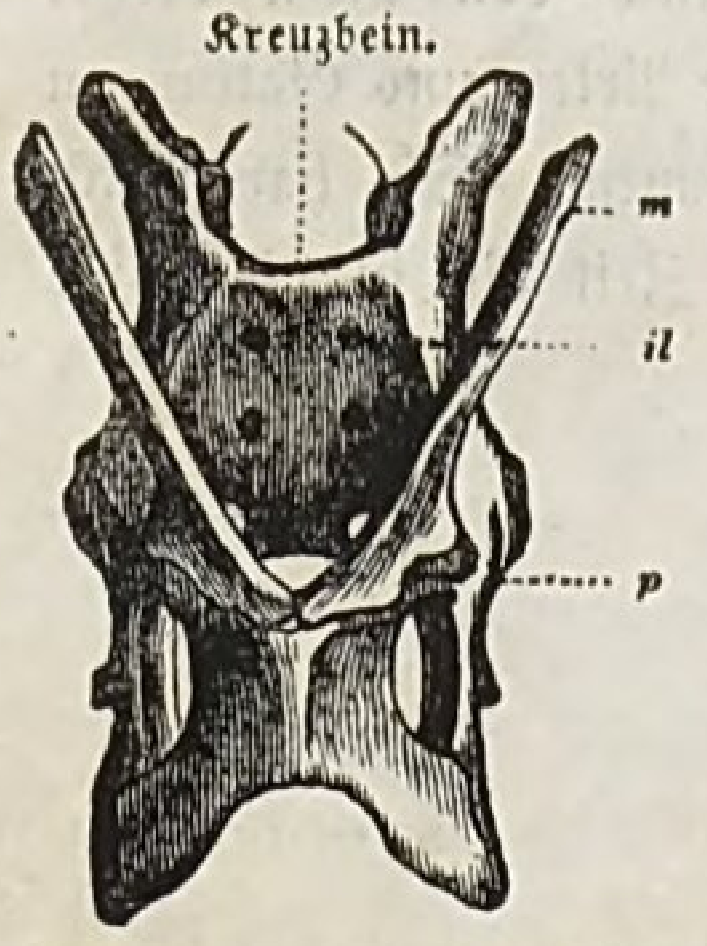


Fig. 397 Das Beckengerüst und die Beutelknochen (m) des Opossum; il Hüftbein; p Schoßbein.

australischen Haarthieren, selbst bei den wenigen, welche gar keine Hautfalten am Bauche haben, und sie sind daher ein allgemeines Merkmal dieser ganzen Abtheilung. Man gibt daher auch wohl allen australischen Haarthieren den Namen von „Beutelthieren" (Marsupialia). Alle diese Thiere tragen ihre Jungen lange Zeit mit sich an den Zitzen herum; diejenigen, welche der Hautfalten zum Schutze für dieselben entbehren, wie der neuholländische Ameisenfresser, haben zum wenigsten langes dichtes Haar, worin die Jungen versteckt liegen können. Letztere kehren aber selbst dann noch, wenn sie weit genug ausgebildet sind, um selbstständig leben zu können, was bei den oben angeführten Opossums noch fünfzig Tage dauert (wo dann die Jungen dieser Thiere etwa die Größe einer Maus haben), fortwährend wieder zur Mutter und in die Tasche derselben, wie in eine Wohnung zurück, besonders wenn ihnen Gefahr zu drohen scheint (Fig. 398). Ja, bei den Kängurus (Fig. 399), deren Beutelhaut am vollkommensten gebildet ist,



Fig. 398. Das Opossum (Didelphys opossum). 1/6 d. nat. Gr.



Fig. 399. Das Känguru (Halmaturus giganteus). 1/40 d. nat. Gr.

sieht man wohl, während die Mutterthiere weiden, die Jungen auch die Köpfe hervorstrecken, um ebenfalls Kräuter zu fressen. Diejenigen Thierarten, welche keinen solchen Sack besitzen, führen die Jungen auf andere Weise mit sich herum. So tragen gewisse Opossums, welche man in Surinam (Südamerika) sieht, und welche wohl Aeneasmäuse (Fig. 400) genannt worden sind, ihre zahlreichen Jungen auf dem Rücken, die Wickelschwänze der Jungen um den Wickelschwanz der Mutter geschlungen, und so klettert und läuft und springt diese Familie in den Bäumen von Zweige zu Zweige. Die etwas affenähnlichen Koalas tragen ihr Junges auf der Schulter.



Fig. 400. Die surinamische Aeneasmaus (Didelphys cancrivora). — 1/4 d. nat. Gr.

*

Noch eine Merkwürdigkeit der australischen Haarthiere ist allen gemeinsam und obendrein eine solche, welche ganz an die Vögel erinnert. Es fehlt ihnen nämlich im Gehirne derjenige Theil, welcher die beiden Seitenhälften des großen Ghirnes verbindet, der Balken (Seite 102). Mit dieser und anderen Unvollkommenheiten desjenigen Organes, welches der Sitz der geistigen Fähigkeiten ist, finden wir bei den australischen Haarthieren eine außerordentlich geringe Entwicklung dieser Fähigkeiten selbst verbunden. Die Sinne sind freilich bei ihnen zum Theile sehr vollkommen. Eine fast unglaubliche Zähigkeit des Lebens zeichnet manche dieser Thiere aus. Alle haben die Sitte sich Nester, sei es auf Bäumen oder auf dem Boden, oder in Erdlöchern, zu bereiten, welche sie mit weichen Kräutern auskleiden.

In der Einrichtung der Zähne und der Füße, sowie der Verdauungswerkzeuge, und demnach auch in der Nahrung und Lebensweise, sind die australischen Haarthiere ebenso verschieden, als in ihrer äußeren Gestalt. Man könnte sie füglich fast in ebenso viele und fast gleichartige Ordnungen eintheilen, wie die gewöhnlichen Haarthiere. Wir begnügen uns nur die wichtigsten unter denselben zu erwähnen.

Die mit Zähnen versehenen australischen Haarthiere scheiden sich in zwei Gruppen. Die einen haben kleine zahlreiche Schneidezähne, starke Eckzähne und zackige Backenzähne und lassen sich dadurch leicht als Fleischfresser erkennen, während die andern wenigere Schneidezähne (im Unterkiefer stets nur zwei), dann schwache oder gar keine Eckzähne und höckerige oder mit Querleisten von Schmelz versehene Backenzähne besitzen und also Pflanzenfresser sind. Die ersteren, die Fleischfresser, haben stets eine nackte Nasenkuppe. Ihr Zahnbau gleicht durch die große Zahl der Schneide-, Eck- und Backenzähne (bei den Opossums im Ganzen 50, bei den neuholländischen Ameisenfressern sogar 52 und bei den übrigen hieher gehörigen Thieren über 40) den Insektenfressern. Sie nähren sich auch wirklich großentheils von Insekten, allein einige greifen alle Thiere an, welchen sie überlegen sind, während andere sich auch gelegentlich an Pflanzennahrung sättigen. Alle Fleischfresser haben einen einfachen Magen und, je nachdem sie mehr oder weniger ausschließlich thierische Nahrung wählen, einen kürzern oder längern Blinddarm. Die meisten von ihnen sind nächtliche Thiere, welche bei Tage in Erdlöchern oder hohlen Bäumen in nestartigen Lagern zu liegen pflegen. Alle haben an den Füßen fünf Zehen, von denen aber der Daumen meistens nagellos und manchmal nebst noch einer Zehe verkümmert ist. Die Opossums, deren artenreiches Geschlecht in Amerika wohnt, haben an den Hinterfüßen einen fast frei beweglichen Daumen (Fig. 398). Ihre Gestalt ist rattenartig, auch der schuppige lange Schwanz trägt zu dieser äußern Aehnlichkeit bei. Andere Thiere nennt man nach ebenfalls äußerlichen Vergleichen Beutelmarder, Beutelbachse, Beutelhunde. Der neuholländische Ameisenfresser (Myrmecobius) besitzt, wie dasjenige Thier gleiches Namens, welches wir unter den Edentaten kennen lernten, zum Einfangen von Insekten eine lange, wurmförmige Zunge.

Die Pflanzenfresser haben theils eine nackte, theils eine behaarte Nasenkuppe. Ihr Blinddarm ist stets lang, bei einigen der Magen mehrfach. Sie haben nur eine geringere Zahl von Zähnen; zwischen den Schneidezähnen und Eckzähnen

ist eine ziemliche Lücke, vielen aber fehlen die Eckzähne ganz. Die Phalanger haben sehr eigenthümliche Füße; von den vier langen Zehen sind nämlich die beiden, welche dem Daumen zunächst stehen, durch eine Haut mit einander vereinigt und der nagellose Daumen steht, fast nach hinten gerichtet, von ihnen ab, so daß diese Füße mit Vogelfüßen einige Aehnlichkeit haben. Unter diesen sind besonders die eigentlichen Phalangisten, die Fersengeher, die Koalas und die Petaurus merkwürdig. Letztere haben eine Flatterhaut von den Vorder= bis zu den Hintergliedmaßen an der Seite des Leibes, wie die flatternden Eichhörnchen, mit denen sie überhaupt viele Aehnlichkeit haben. Alle diese Thiere sind Baumthiere und fressen theils Laub, theils Blütenhonig, theils auch Insekten. Sie lieben die Dämmerung. — Die Wombate sind echte Nager nach Zahnbau und Nahrung. Sie haben $\frac{2}{2}$ große Schneidezähne, Eckzähne $\frac{0\ 0}{0\ 0}$, Backenzähne $\frac{4\ 4}{4\ 4}$, und zwar alle ohne geschlossene Wurzeln. Ihre Oberlippe ist gespalten. Auch die Eingeweide sind ganz wie bei Nagethieren eingerichtet. Merkwürdig ist, daß bei ihnen, wie beim Menschen und Orangutang, der Blinddarm ein wurmförmiges Anhängsel hat. Sie graben Höhlen und verlassen diese bei Nachtzeit. — Die känguruartigen Beutelthiere haben manche Eigenthümlichkeit mit den Wiederkäuern gemeinsam, aber oben sechs, unten zwei Schneidezähne und auch eine gespaltene Oberlippe. Ihr Magen ist in mehre Säcke getheilt. Ihre Gestalt ist sehr seltsam: der Vorderleib sehr klein gegen den Hinterleib. Die Vorderfüße sind fünfzehig, kurz und schwach und berühren den Boden fast nie. Die Hinterfüße sind sehr lang, kräftig und dienen den Thieren zum Gehen und Springen; diese haben nur vier Zehen, von denen die mittlere die größte und mit einem fast hufartigen Nagel versehen ist. Bei den Kängururatten sind die zwei ersten Zehen ganz zusammengewachsen, so daß der Fuß nur dreizehig erscheint. Die Baumkängurus hüpfen auf Bäumen umher. Die größten aller australischen Haarthiere aber, die eigentlichen Kängurus, von denen eine Art bis acht Schuh lang werden soll, halten sich nur auf der Erde, sind der Ersatz für unsere Wiederkäuer in Australien, schleppen beim Weiden die Hinterbeine mühsam nach, können aber Sprünge von 15 bis 20 Fuß Weite machen. Ihr Magen ist in zwei große, grimmdarmartig aufgetriebene Säcke getheilt; der Blinddarm sehr groß und dick. Diese Thiere sollen einen scharfen Geruch und ein gutes Auge haben.

Die zahnlosen australischen Haarthiere, deren es nur wenige Arten gibt, sind äußerst merkwürdige Thiere. Man nennt gewisse unter ihnen Ameisenigel, andere Schnabelthiere. Bei ihnen sind die Unterkieferäste sehr schmal und einfach, alle Gesichtsknochen sehr verlängert und mit nackter Haut bedeckt. Zähne fehlen diesen Thieren ganz, und hiedurch, aber durch keine andere Uebereinstimmung, lassen sie sich mit einigen Edentaten vergleichen. Die Augen dieser Thiere sind klein; äußere Ohren fehlen gänzlich. Die Zunge und der Gaumen sind mit hornigen Stacheln besetzt. — Sehr merkwürdig ist das Vorhandensein eines doppelten Schlüsselbeines (Fig. 401). Hinter den gewöhnlichen Schlüsselbeinen befindet sich nämlich noch ein Schlüsselbeinpaar, die sogenannten Rabenschnabelbeine, welche den am Schulterblatte bei andern Haarthieren festgewachsenen Schultergräten entsprechen. Die Schulterblätter sind verlängert. Die eigentlichen Schlüsselbeine bilden einen

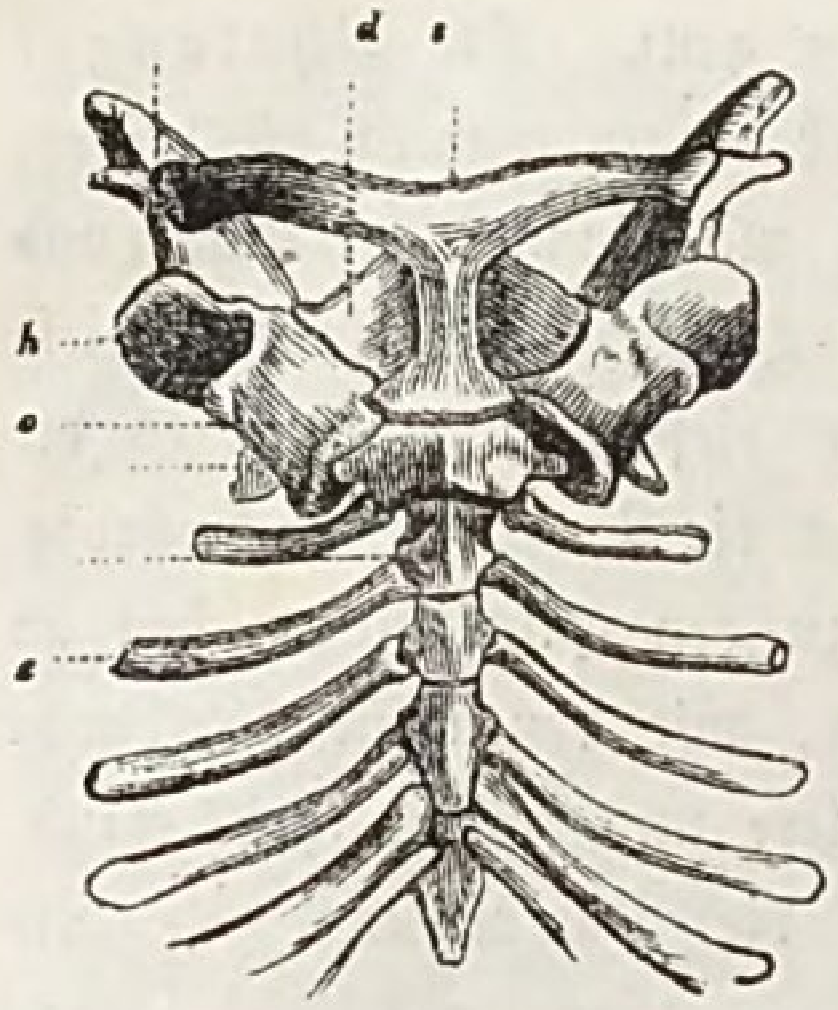


Fig. 401.
Das Brustbein- und Schultergerüste des Schnabelthieres.

Vförmigen Knochen, dessen beide Aeste in der Mitte vor dem Ende des Brustbeines, an welches sie sich schließen, zusammengewachsen sind, während sie mit dem andern Ende sich jederseits an die Schulterblätter fügen. Dieser eigenthümliche Schlüsselbeinknochen heißt der Gabelknochen. Auch verdient die schon früh eintretende völlige Vereinigung verschiedener Schädelknochen bemerkt zu werden. Die Füße dieser Thiere haben fünf Zehen mit freien Krallen. Der Magen derselben ist einfach, ihr Blinddarm kurz. Sie haben, was sie wiederum von allen andern Haarthieren unterscheidet, wie die Vögel nur eine Oeffnung für die Fortschaffung der flüssigen Abgänge und des Mistes, indem die ersteren sich innerlich in den Mastdarm ergießen. — Die Männchen haben am Schenkelgelenke der Hüftengegend eine eigenthümliche Drüse, von welcher an der Innenseite des Hinterbeines ein Kanal hinabgeht bis zum Fuße, woselbst sich die Drüsenfeuchtigkeit in einer Blase sammelt. Auf dieser Blase steht ein horniger Sporn, durch welchen aus einer feinen Röhre der Inhalt dieser Blase austreten kann. Einen Beutel haben diese Thiere nicht. Ihre Milchdrüsen haben statt Zitzen kleine verlängerte Lappen. Die Ameisenigel (Echidna) haben eine schmale, spitze Schnauze, wie der gemeine Ameisenfresser, ein sehr kleines Maul am vordersten Ende, woselbst auch die Nasenlöcher stehen, und fangen mit einer langen, wurmförmigen Zunge Ameisen und andere Insekten. Sie sind mit Stacheln bedeckt, wie unser Igel. Sie schlafen bei Tage, und zwar, wie der Igel, zusammengekugelt. Bei den Schnabelthieren (Ornithorhynchus) ist die Schnauze breit; das Maul groß, und der Hautüberzug ist hornig, so daß die ganze Kieferbedeckung dieser Thiere einem Entenschnabel ähnlich ist (Fig. 402). Die Nasenlöcher stehen am vordersten Ende desselben. Vor der Stirn endigt die Schnabelhaut in einen zurückgeschlagenen Lappen. Der Schnabel hat auf dem Kieferrande Querleisten, wie bei den Enten, außerdem vorn eine lange schmale, hinten eine ovale hornige, zahnartige



Fig. 402. Das Schnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus). — 1/5 d. nat. Gr.

Hervorragung, welche aus senkrecht stehenden Röhrchen gebildet ist. Die Vorderfüße dieser Thiere haben Ruderlappen an den Zehen, welche die letzteren selbst an Länge überragen. An den Hinterfüßen sind die Krallenglieder frei. Der Schwanz ist dick und breit. Der Magen der Schnabelthiere ist seltsam dadurch, daß der Eingang in denselben und der Ausgang aus ihm ganz nahe beisammen stehen, und der Blinddarm hat viele hervorstehende Blätter. Auch diese merkwürdigen Geschöpfe schlafen zusammengekugelt. Sie schwimmen trefflich, suchen ihre Nahrung wie die Enten im Schlamme und haben ihre Nester in Höhlungen unter der Erde. Sie sind mit starkem Haarwuchse bedeckt; ihre Haare haben die Seltsamkeit, daß sie platt sind und am Ende in eine verbreitete ruderförmige Platte auslaufen.

Die australischen Haarthiere haben zwar manche der erwähnten Eigenthümlichkeiten, durch welche sie sich von den gewöhnlichen Haarthieren unterscheiden, mit den Vögeln gemeinsam, stehen aber in gewisser Hinsicht auf einer unvollkommneren Stufe als beide jene Thierklassen. Mit den Vögeln theilen sie alle den Mangel des Balkens im Gehirne, und die unreife Geburt der Jungen hält gleichsam die Mitte zwischen der Fortpflanzungsweise der Haarthiere, welche vollkommene Junge zur Welt bringen, und derjenigen der Vögel, welche nur Eier, das ist den Keim zu jungen Thieren, in eine Kalkschale eingehüllt, gebären. Vom Schnabelthiere behaupten sogar einige Reisende wirklich, daß es Eier lege, während Andere sagen, daß es lebendige Junge bringe. Auch die Sitte, sich Nester zu bereiten, erinnert sehr an die Vögel, sowie die Fußbildung mancher dieser eigenthümlichen Geschöpfe der Fußbildung der Vögel ähnelt, und auch die Lebensweise auf den Bäumen bei einigen Gattungen ähnlich ist. Die zahnlosen Ameisenigel und Schnabelthiere nähern sich den Vögeln am meisten, theils durch die Bildung ihrer Kiefern, dann durch den Gabelknochen, endlich durch die vereinigte Ausführungsöffnung der flüssigen Abgänge und des Mistes.

Bereits in den ältesten Tertiärschichten des Bodens finden sich Ueberreste von Thieren, welche die Einrichtungen der australischen Haarthiere gehabt haben. Während solche Thiere aber jetzt, außer in Australien, einzig noch in Amerika vorkommen, lebten solche damals auch in den übrigen Erdtheilen. In den jüngeren Tertiärschichten des fünften Erdtheiles zeigt sich eine große Menge ähnlicher Geschöpfe, und unter diesen scheint eine noch vollständigere Mannigfaltigkeit zu herrschen, als unter den gegenwärtig lebenden. Es scheint also, als ob in früheren Perioden der Schöpfung diese niedriger, als die jetzt in Europa, Asien, Afrika und Amerika verbreiteten Haarthiere, organisirten Geschöpfe weit häufiger und mannigfaltiger waren als heutigen Tages, und daß die jetzt lebenden Arten nur die Ueberbleibsel aus jener früheren Blüthezeit sind und ihrer völligen Verdrängung durch die vollkommneren Haarthiere entgegenzusehen haben.

Vielleicht gab es sogar eine Periode der Schöpfung, in welcher Haarthiere nach Art der jetzigen australischen gebildet, die einzigen Haarthiere auf der Erde waren, und da auch von Vögeln erst in den tertiären Schichten Spuren erscheinen, so waren jene ersten Haarthiere, die Phaskolotherien, vielleicht die Vorläufer sowohl von vollkommneren Haarthieren, als auch von Vögeln. Man kennt nichts von der Körpergestalt, welche jene Geschöpfe gehabt haben mögen, deren

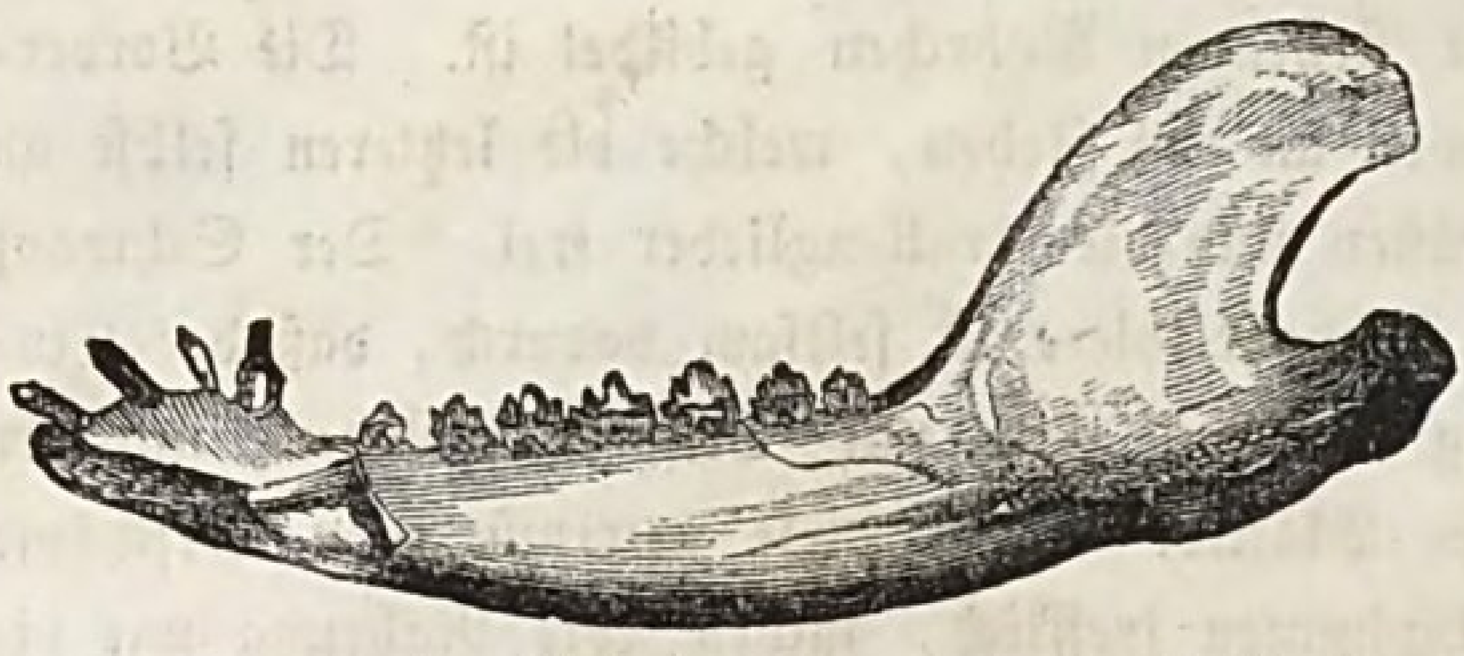


Fig. 403. Ein Unterkiefer von Phascolotherium Bucklandi.

Existenz man dennoch ahnen kann aus den einzelnen Knochen=, besonders Kieferüberresten (Fig. 403), welche man bereits in den, zu den Juraschichten gehörenden und somit weit vor der Erschaffung der bekannten Haarthiere und der Vögel gebildeten Gesteinen einiger Gegenden (Stonesfield in England, Solenhofen in Baiern) aufgefunden hat.

II. Klasse. Federthiere oder Vögel.

„An den Federn erkennt man den Vogel," und wir können daher die Vögel sehr passend auch mit dem Namen Federthiere benennen. In Wirklichkeit gibt es keinen Vogel, der dieses äußeren Erkennungszeichen entbehrte, welches dagegen nie bei einem andern Thiere gefunden wird. Auch in andern äußeren und inneren körperlichen Einrichtungen haben alle Vögel, so verschieden sie uns auf den ersten Blick erscheinen mögen, unter sich eine außerordentliche Uebereinstimmung. Kaum möchte man vermuthen, daß ein Adler, eine Eule, eine Schwalbe und ein Papagei, ein Huhn, ein Reiher und eine Ente (Fig. 404—410) in



Fig. 404. Der Königsadler (Aquila crysaëtos). — 1/8 d. nat. Gr.

ihren sämmtlichen Körpertheilen so sehr übereinstimmen, daß man bis ins Kleinste bei allen diesen Thieren jedes einzelne Organ fast ganz in der nämlichen Gegend des Körpers wieder findet, wo man solches bei einem derselben fand, nur mit ähnlichen Abweichungen in der Form, wie wir die gleichen Körpertheile bei den verschiedenen Ordnungen der Haarthiere mannigfaltig abweichend gebildet fanden — Abweichungen, welche nie anderer Art sind, als die Zweckmäßigkeit für die



Fig. 405. Der gemeine Uhu (Strix bubo).
1/6 d. nat. Gr.

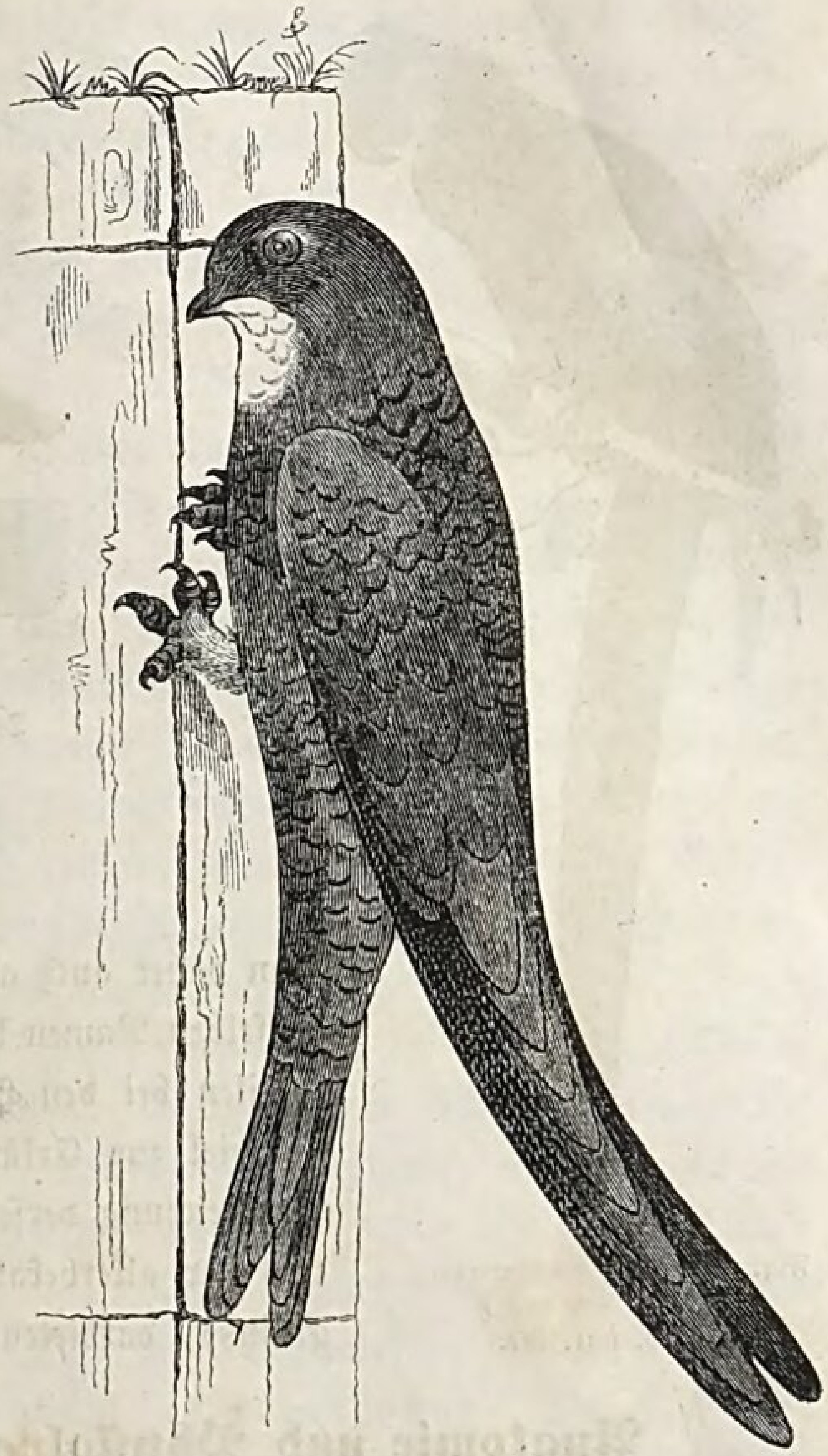


Fig. 406. Die Spyrschwalbe (Cypselus apus).
2/3 d. nat Gr.



Fig. 408. Das Schneehuhn (Lagopus alpinus).
1/4 d. nat. Gr.

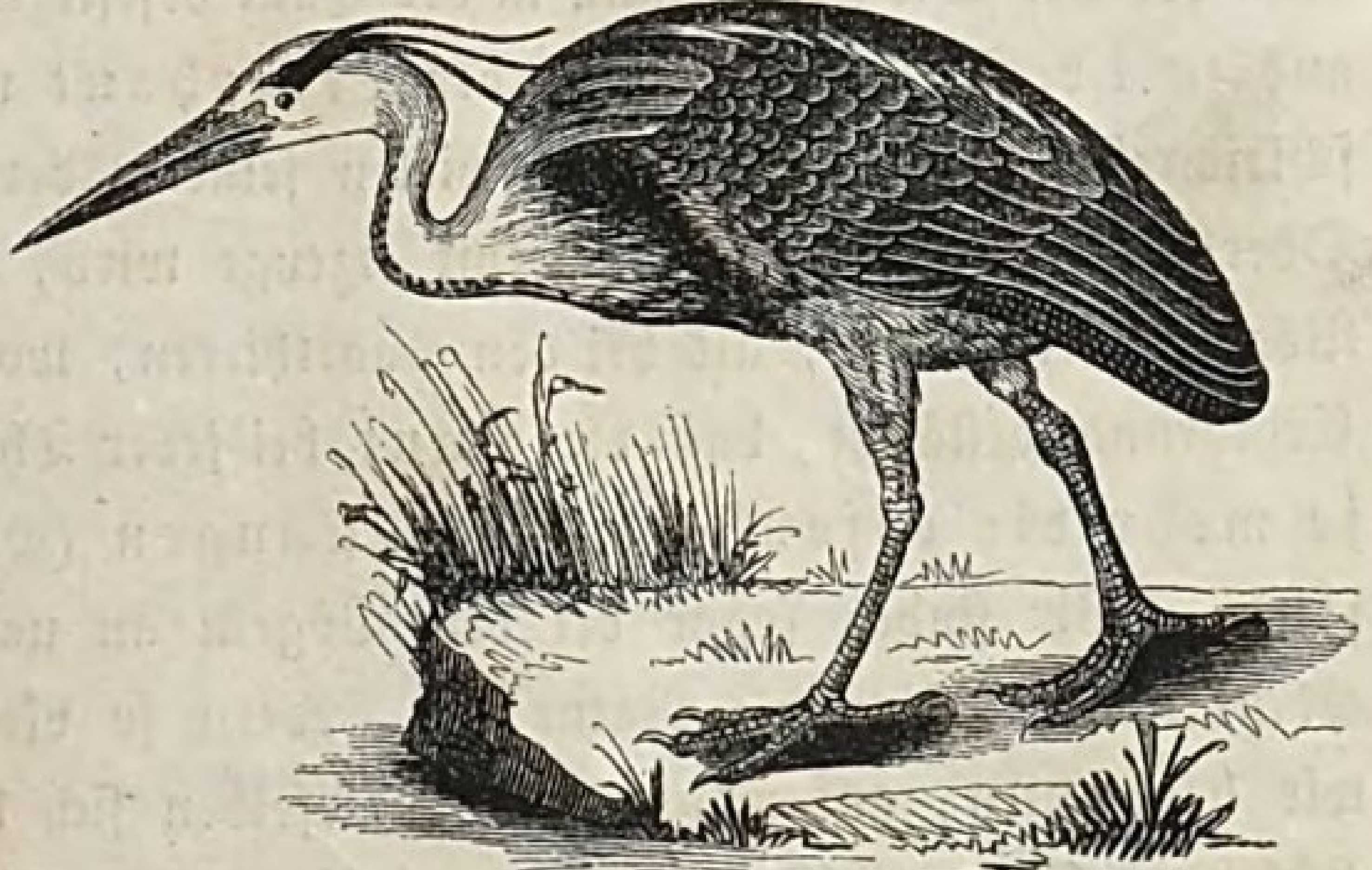


Fig. 409. Der gemeine Reiher (Ardea cinerea).
1/8 d. nat. Gr.

Lebensweise jedes Thieres sie erfordert. Noch unerwarteter scheint es, daß die Vögel sogar im Allgemeinen wieder ganz dieselben Körpertheile besitzen, wie die Haarthiere und somit wie der Mensch selber, und daß nur solche Besonderheiten sich bei ihnen finden, welche eben den Erfordernissen der Zweckmäßigkeit für die besondere Lebensweise der Vögel entsprechen. Man



Fig. 407. Der Aravapagei (Psittacus aracanga) 1/6 d. nat. Gr.



Fig. 410.
Die Eiderente (Somateria mollissima).
1/6 d nat Gr.

kann daher auch alle einzelnen Körpertheile der Vögel mit denselben Namen bezeichnen, welche man den gleichartigen Theilen bei den Haarthieren gibt. Ein sehr zweckmäßiges Beispiel zur Erläuterung der Natur der Vögel und zur Vergleichung derselben mit der Natur der Haarthiere wird uns der allerbekannteste Vogel, das Huhn (Phasianus gallus), darbieten.

Anatomie und Physiologie des Haushuhnes.

Haut und Bedeckungen. — Der Körper des Huhnes ist fast überall mit Federn dicht bedeckt. Die Federn sind in der Haut befestigt. Letztere besteht auch bei den Vögeln aus zwei verschiedenen Lagen, der Lederhaut und der Oberhaut. Erstere ist ein schleimreiches Fasergewebe, mit vielen feinen Adern und Nerven durchwebt und mit der Oberhaut, welche durch sie selbst erzeugt wird, bekleidet. Die ganze Haut ist bei den Vögeln viel dünner, als bei den Haarthieren, wodurch sich nur die bei jenen gemachte Erfahrung bestätigt, daß die Haut bei jeder Thierart allemal um so dünner ist, je mehr die besonderen Bedeckungen (Haare, Federn u. s. w.) entwickelt sind. Wir finden sogar bei den Vögeln an nackten Körperstellen auch eine dickere Hautbildung. Um die Natur der Federn so viel als möglich zu erkennen, müssen wir beobachten, auf welche Weise dieselben sich bei dem jungen Vogel, der bei den Hühnern bekanntlich Küchlein heißt, entwickeln. Mit haarartigen Federn, dem sogenannten Flaume, bedeckt, kommt das Küchlein schon aus dem Ei. Wir werden also ein Ei während der Brütezeit öffnen, um die Bildung dieser ersten Federn zu sehen. Da finden wir, daß in der Haut an vielen Punkten feine, wie mit einer Nadel eingestochene Oeffnungen sich zeigen, deren jede eigentlich die Mündung von einem länglich runden Täschchen oder Säckchen ist, welches ziemlich weit unter der Oberhaut in das Lederhautgewebe eindringt und selber innerlich mit Oberhaut ausgekleidet ist. Am Grunde dieses Säckchens befindet sich ein feines Wärzchen

(Papille) von Lederhautgewebe, und dieses erzeugt die Feder ganz in ähnlicher Weise, wie die Haare erzeugt werden, nämlich durch Aussonderung von Hornschleim, welcher vertrocknet, nur daß die Federn nicht einem einzelnen Haare, sondern einem ganzen Büschel solcher zu vergleichen sind. Zuerst bildet sich wirklich ein Büschel feiner Härchen, welche aber, unter einem Vergrößerungsglase betrachtet, nicht glatt, sondern, etwa wie die Haare gewisser Flatterthiere, mit feinen Seitenfaserchen (Bärtchen) besetzt sind. In dem Hautsäckchen erzeugt sich zugleich eine hautige Röhre oder Scheide, welche den kleinen Haarbüschel am Grunde umschließt und mit ihm aus dem Hautsäckchen hervorwächst, so daß derselbe zuletzt nur noch auf der Spitze dieser sich immer mehr verlängernden Scheide zu hangen scheint. Die Scheide selbst besteht aus mehren sehr dünnen und durchsichtigen Hautlagen, die durch außerordentlich zarte, von der Mittellinie aus nach beiden Seiten schneckenförmig gewundene, Querhäutchen mit einander verbunden sind. Die Papille der Lederhaut verlängert sich selber durch den starken Andrang von Bildungssäften aus dem Innern des Körpers als ein ziemlich langer, schleimiger Zapfen in die Scheide hinein und der von ihr ausgesonderte Hornschleim ergießt sich in die feinen Zwischenräume zwischen den schneckenförmig gewundenen Querhäutchen der Scheide. An der Linie aber, welche der Außenseite des Thieres zugewandt ist und wo die Querhäutchen von beiden Seiten zusammenlaufen, lagert sich der Schleim vorzugsweise ab, indem hier das Hauptblutgefäß des Papillenzapfens verläuft, welches man mit bloßen Augen in einer ausgerissenen Scheide erkennen kann. Der vertrocknende Schleim bildet dann einen dicken, der Länge nach verlaufenden Schaft und von diesem auslaufende, beiderseits nach der Spitze und der Unterseite zu schneckenförmig umgerollte, Fasern. Dieses ist die Bildung der Federfahne. Die Spitze der Scheide springt an dem aus der Haut hervorgewachsenen Ende auf und zerschülfert, und sogleich rollen sich sodann die beiderseitig umgerollten Bartfaserchen der Feder auseinander. In dem dickeren Mittelschafte bekommt der getrocknete Schleim ebenso, wie in der Mitte der Haare, besonders ganz ähnlich wie in den Stacheln des Stachelschweines, eine lockere, dem Hollundermarke etwas ähnliche Beschaffenheit. Nachdem sich eine ziemlich lange Fahne gebildet hat, hört die Scheide auf, sich zu verlängern, und der sich aussondernde Schleim bildet nunmehr eine schlichte, glatte Röhre um den Papillenzapfen; diese Röhre zeigt die hornige Beschaffenheit der Feder sehr deutlich. Man nennt sie die Spule, die Pose oder auch den Kiel, und bedient sich derselben bekanntlich zum Schreiben. Schon das Aufhören des Wachsthumes der Scheide, in welcher sich die Federfahne bildete, verräth uns, daß die Aussonderung der Säfte in dem Säckchen der Lederhaut nachließ. Sobald sich die Spule gebildet hat, sehen wir davon einen noch deutlicheren Beweis; es hört nämlich der Zufluß neuer Bildungssäfte offenbar ganz auf, denn der Papillarzapfen beginnt selbst zu vertrocknen, und es bleibt von ihm nur eine eigenthümliche vertrocknete Hauptmasse zurück, welche in dem Kiele steckt und die Seele der Feder genannt wird. In dieser findet man mitunter noch deutliche rothe Fasern von vertrockneten Blutaderchen besonders in dem Theile eingeschlossen, wo das Mark und der Bart beginnt. Zuletzt schließt sich der Federnkiel an seinem unteren Ende fast ganz.

Ehe wir von der Form und sonstigen Beschaffenheit der verschiedenen Federn

reden, wollen wir das fernere Schicksal der so eben gebildeten Feder weiter verfolgen. Dieselbe steckt fest in der Haut und das Gefieder des Hühnchens erfreut eine Zeitlang unser Auge. Allein nach Verlauf einiger Monate, am Anfange des Winters, verliert jene Zier an Fülle und Schönheit. Die Federn beginnen auszufallen. Untersucht man um diese Zeit die Haut des Thierchens, so findet man in den Hautsäckchen unter den alten Federn überall neue Federnscheiden. Es beginnt nämlich in den Papillen unter dem geschlossenen Federkiele neue Aussonderung von Säften, und die neue Federscheide ist es, welche den alten Kiel allmählig aus der Haut herausschiebt. Sobald die Feder ausgefallen ist, tritt auch schon die neue Scheide heraus und spaltet auf, und die Spitze einer neuen Fahne entfaltet sich. Bei dem starken Andrange der Bildungssäfte zur Haut fühlt das Thier sich innerlich unbehaglich und fast krank; es pflegt stiller und mürrischer zu sein, als gewöhnlich. Hingegen, nachdem die neuen Federn erzeugt sind und somit das Thier sein Kleid vollständig gewechselt hat, wird es nun munterer und muthiger denn je. Die Ursache dieses Wechsels kennen wir nicht — eine höhere Weisheit hat sie geordnet. Wir wissen nur, daß ein solcher Wechsel, welchen man die Mauserung nennt, in jedem Jahre, bei den Hühnern einmal, bei vielen andern Vögeln dagegen zweimal stattfindet, und zwar beim Uebergange vom Sommer zum Winter und vom Winter zum Sommer, und wir erinnern uns bei den Haarthieren in der zweimaligen Haarung etwas ganz Aehnliches gefunden zu haben. Wir wissen ferner, daß unsere Hühner während der Mauserzeit aufhören, Eier zu legen, vermuthlich, weil alle ihre Säfte dann für die neuen Federn verbraucht werden, und daß das Eierlegen um so stärker wieder beginnt, nachdem die Mauserzeit überstanden ist. Die Mauserungen finden aber in dem Einflusse der Witterung beim Wechsel der Jahreszeiten keineswegs ihre genügende Erklärung, denn dieselben bleiben auch in denjenigen Gegenden der Erde nicht aus, in welcher von einer kälteren und wärmeren Jahreszeit, der stets herrschenden gleichmäßigen Temperatur wegen, nicht die Rede sein kann.

Die Form und Größe der Federn ist ebenso mannigfach verschieden, als das Verhältniß, in welchem die einzelnen Theile derselben zu einander stehen. Mustern wir in dieser Beziehung ein Huhn etwas näher, so finden wir, daß die Federn am Kopfe sehr klein, an den Augen und an den Mundwinkeln fast haarartig sind. Am Halse, auf dem Rücken und an der Brust stehen weit größere, welche man Deckfedern oder Conturfedern nennt, weil dieselben eine dichte Bedeckung des Körpers und die allgemeinste Farbenzeichnung des Thieres bilden. Diese haben immer auf beiden Seiten der Fahne ziemlich gleich lange Bärte. Unter den Deckfedern verborgen findet man eine ziemliche Menge feinerer Flaumfedern, welche rauhen Haaren gleichen, hie und da auch einzelne wirkliche, aber an ihrem Ende gewöhnlich gablig gespaltene Haare. Von flaumiger Beschaffenheit sind auch die unteren Bärte der Deckfedern, welche man äußerlich nicht sieht, weil die Federn sich untereinander, die vorderen über die hinteren greifend, großentheils bedecken, wie die Ziegel eines Daches. Die flaumigsten Deckfedern und die meisten Flaumfedern finden sich am Unterleibe der Hühner. — Beim Hahne sind die Federn des Halses sehr lang und schmal, und haben einen dünnen, biegsamen Schaft; ähnlich geformt sind auch die Rückenfedern. In den Flügeln haben die Federn

eine ganz andere Beschaffenheit. Sie sind hier sehr groß, die Bärte an der innern Seite breit, an der äußeren schmal und sehr dicht. Man nennt diese großen Federn, weil sie die Schwingen des Vogels bilden, Schwungfedern. Der Vordertheil des Flügels ist mit gewöhnlichen Deckfedern bedeckt. Den Schwungfedern ähnlich sind die Schwanzfedern, welche man, weil sie dem Vogel ähnlich dienen, wie das Steuerruder einem Schiffe, Steuerfedern zu nennen pflegt. Diese sind an ihrem unteren Ende auch von Deckfedern bedeckt, welche sich beim Hahne (Fig. 411)

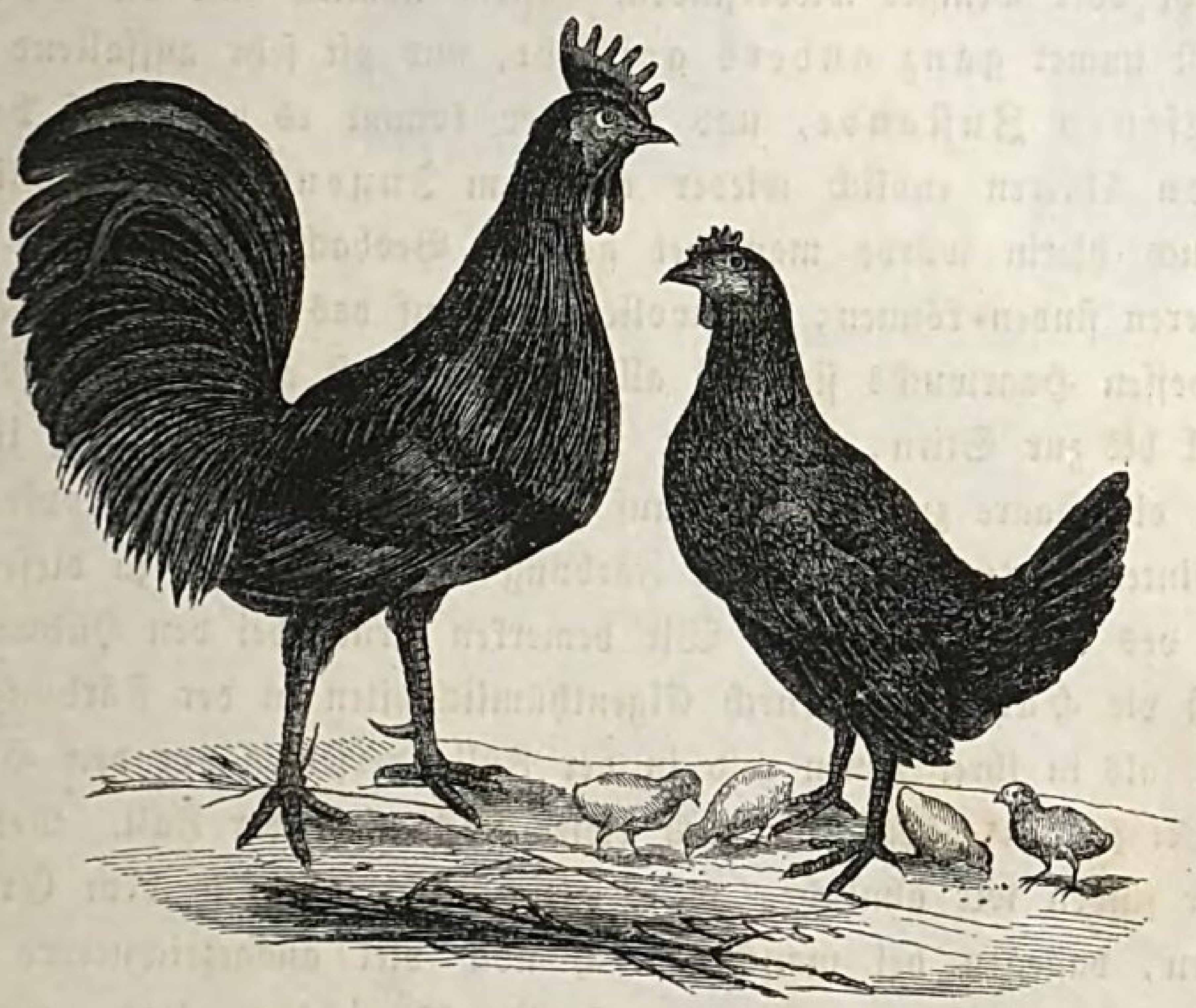


Fig. 411. Das Haushuhn (Phasianus gallus).

ganz anders als bei der Henne ausbilden, wenigstens bei erwachsenen Thieren; in der ersten Jugendzeit ist das Gefieder der Hähnchen nicht von dem der Hennen verschieden. Beim erwachsenen Hahne sind die Schwanzdeckfedern sehr lang, mit dünnem Schafte versehen und daher so biegsam, daß sie in einem Bogen herabhangen, wobei sie die eigentlichen Steuerfedern weit überragen.

Jedes Bartfaserchen an einer Feder ist eigentlich wieder eine Federfahne in kleinerem Maßstabe. Bei genauerer Besichtigung entdecken wir am unteren und am oberen Rande desselben eine Reihe feinerer und kürzerer Nebenfaserchen. So wie bei den einen Federn die Bartfasern dichtgedrängt, bei anderen ganz locker und entfernt stehen, so auch diese Nebenfaserchen, welche bei den dichtesten und festesten Federn wie kleine, steife Häkchen, die oberen auf das nächstvordere, die unteren auf das nächsthintere Bartfaserchen übergreifen. Wie in allen Stücken, so auch hinsichtlich dieser Bildung der Federn, halten die Hühner zwischen den äußersten Verschiedenheiten, welche wir bei andern Vögeln kennen lernen werden, ungefähr die Mitte.

Die Farbe des Gefieders ist äußerst verschieden. Auf jedem Hühnerhofe finden wir Hühner von der mannigfaltigsten Färbung; selten sind zwei Thiere völlig gleich. Eine solche Mannigfaltigkeit zeigt sich nun freilich bei wild lebenden Vögeln

nie, sondern kommt nur bei dem Hausgeflügel vor. Die Tauben besonders, aber auch die Enten, Gänse und selbst die Kanarienvögel, bieten dieselbe Erscheinung dar, welche uns an die bei den gezähmten Haarthieren gemachten Beobachtungen erinnert. Ohne Zweifel ist die, vielseitig von der Lebensweise in der Wildniß abweichende Gewöhnung dieser Thiere an besonderes Futter, besondere Pflege u. s. w. die Ursache dieser Mannigfaltigkeit. Aber einige andere Verschiedenheiten lassen unsere Hühner uns wahrnehmen, welche wir auch bei dem wilden Geflügel mehr oder weniger wiederfinden. Erstens nämlich sind die Thiere in der Jugend fast immer ganz anders gefärbt, und oft sehr auffallend anders, als im erwachsenen Zustande, und mitunter kommt es vor, daß bei recht alt gewordenen Thieren endlich wieder eine dem Jugendkleide ähnliche Färbung eintritt. Auch hierin würde man bei genauer Beobachtung Beispiele genug unter den Haarthieren finden können; wir wollen nur auf das Beispiel des Menschen selbst hinweisen, dessen Haarwuchs sich erst allmählig, zuerst am Hinterkopfe, später auf dem Scheitel bis zur Stirn, entwickelt und dabei meistens hellfarbig ist; im Alter verschwinden die Haare zuerst wieder auf dem letztern Theile des Kopfes und später auch am Hinterhaupte und die helle Färbung der Haare gibt ja dieser Lebensstufe den Namen des Greisenalters. — Wir bemerken ferner bei den Hühnern ganz allgemein, daß die Hähne sich durch Eigenthümlichkeiten in der Färbung der Federn ebensowohl, als in ihrer Form und in der Fülle derselben vor den Hennen auszeichnen. Bei jungen Hähnen ist auch dieses noch nicht der Fall. Bei den meisten Vögeln aber finden wir ähnliche, wenn gleich nicht immer in dem Grade, wie bei den Hühnern, dagegen bei manchen auch noch viel ausgezeichnetere Unterschiede. Das Gefieder steht auf dem Körper des Vogels nicht regellos, was wir schon daran erkannten, daß gewisse Arten von Federn an bestimmten Körpertheilen ihren Platz haben. Es sind bestimmte Striche, Fluren (pterylæ) genannt, der Körperoberfläche, auf denen die Federn dicht gedrängt stehen, während andere Striche völlig frei von solchen sind und nur von einer benachbarten Federflur mit bedeckt werden. Außer gewissen nackten Strichen am Halse zeichnet sich in dieser Beziehung bei denjenigen Vögeln, welche brüten, eine kahle Stelle am Unterleibe aus, mit welcher die Thiere sich beim Brüten auf die Eier legen und welcher daher der Brütefleck genannt wird.

Wir haben vorhin darauf hingewiesen, daß die Haut bei den Thieren in dem Maße entwickelter zu sein pflege, je weniger besondere Bedeckungen sich auf derselben finden. Unsere Hühner bestätigen uns dieses mehrfach. Auf der Stirn und dem Scheitel fehlen die Federn meistens, dagegen wuchert die Haut dort zu einem hohen, durch die Menge der darin verwobenen Blutgefäße roth gefärbten Lappen oder zackigen Knollen empor, welchen man „Kamm" zu nennen pflegt (Fig. 412), und dessen Form manchmal so sehr im Kleinen an die Geweihe gewisser Wiederkäuer erinnert, daß man unwillkürlich auf eine gewisse Verwandtschaft zwischen beiderlei Auswüchsen aufmerksam wird, wenn gleich dieselben bei den Hühnern stets weich bleiben und höchstens knorpelig werden. Aber selbst die Bevorzugung der männlichen Thiere durch weit bedeutendere Ausbildung dieses Kopfschmuckes unterstützt jenen Vergleich. Bei gewissen Hühnern, welche man Holl- oder Hauben-

hühner nennt, fehlt diese Hautwucherung, und dafür findet sich ein haubenähnlicher Federbusch an derselben Stelle des Kopfes. Ja, um den gegenseitigen Zusammenhang dieser Bildungen recht deutlich zu zeigen, so hat fast jeder größere Hühnerhof Beispiele aufzuweisen von solchen Thieren, bei denen auf der Stirn ein geringer Ansatz zu einem Kamme und auf

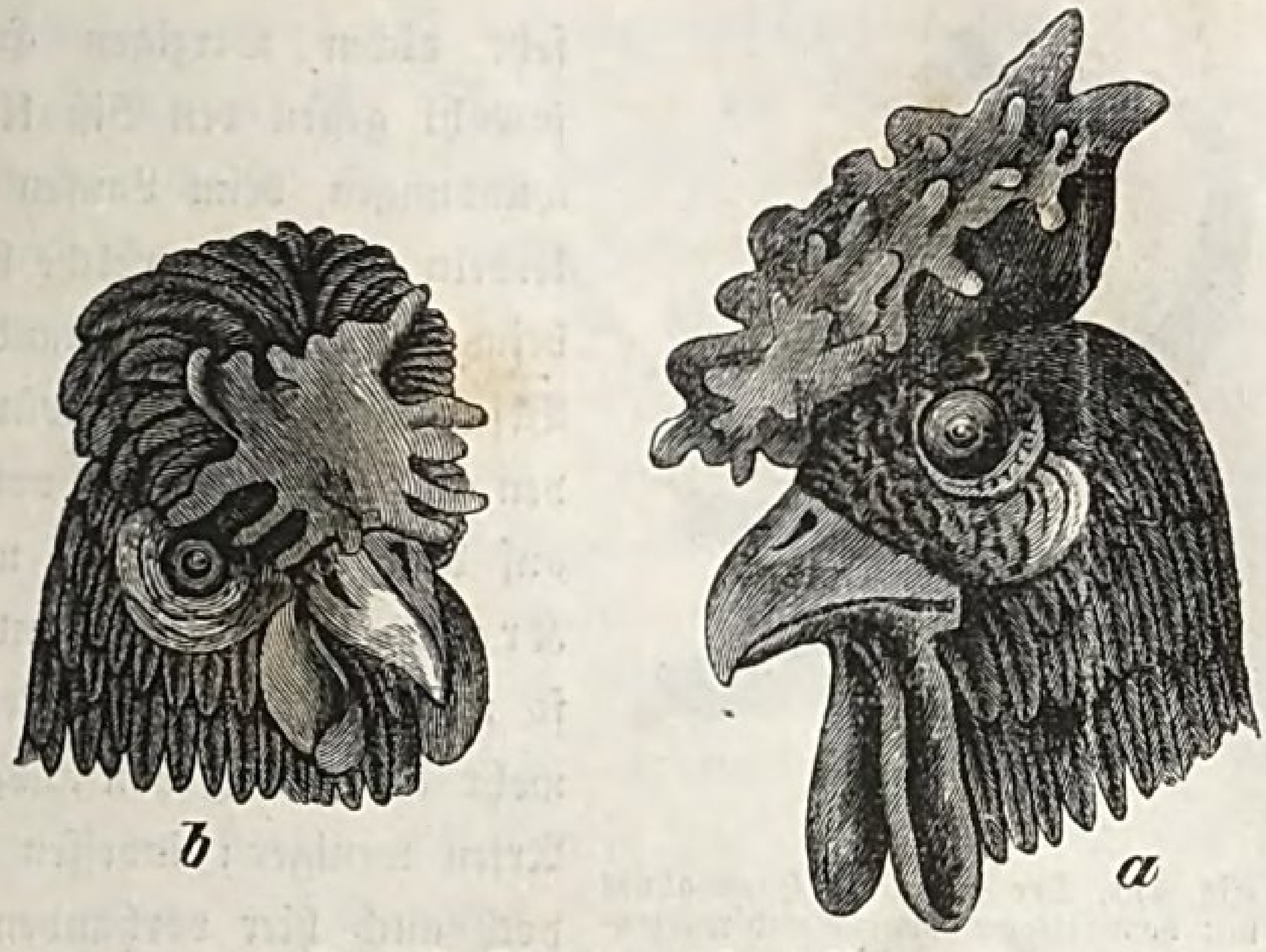


Fig. 412. Kämme von Haushähnen.

dem Scheitel dahinter ein kleiner Federbusch zu sehen ist, welcher letztere dann nur der hinteren Hälfte des Kammes entspricht. — Auch unter dem Schnabel an der Kehle finden sich zwei Hautlappen, welche bei den Hähnen sehr groß werden. Man sieht aber mitunter auch Hühner, bei welchen diese sogenannten Bartlappen durch einen eigenthümlichen Federnbart vertreten sind. Die Augenkreise und Wangen pflegen ebenfalls nackend und mit dickerer, nicht selten durch weißen und blauen Färbestoff, welcher sich unter der Oberhaut ablagert, sehr grell gefärbter, faltiger Haut bewachsen zu sein. Bei den Barthühnern sind die Wangen dagegen auch mit einem Backenbarte von Federn umgeben. Wir werden, indem wir uns näher unter den zahlreichen Vogelarten, welche die Natur erschaffen hat, umsehen, ähnliche und oft sehr seltsame, selbst hornene und knöcherne, Hautzierrathen kennen lernen, welche die Köpfe vieler derselben schmücken. — Die Haut, welche den Schnauzentheil des Kopfes, besonders die Ober- und Unterkinnlade, bedeckt, ist eine dicke und an der vorderen Spitze, sowie auf den Kanten sehr feste Hornhaut. Diese bildet den Ueberzug des Schnabels, wie man die Schnauze der Vögel zu nennen pflegt. Zähne sind nicht vorhanden. Wir erinnern uns, daß wir den Mangel dieser besondern Instrumente zum Kauen sowohl im Zwischenkiefer der Wiederkäuer durch eine Hornbildung ersetzt fanden, als auch in der schnabelförmigen Schnauze des Schnabelthieres. Der Hornschnabel dient nicht sowohl zum Kauen, als vielmehr zum Ergreifen der Nahrung, und auch als Waffe. — Beim Vergleiche des Schnabels der Vögel mit der Schnauze der Haarthiere, und zumal auch mit dem Schnabel des Schnabelthieres, verdient der wichtige Unterschied bemerkt zu werden, daß die Oeffnungen der Nasenlöcher bei den Vögeln nicht an der Spitze stehen, sondern nahe vor der Stirne. — Die Haut der Füße und Zehen von dem Fersengelenke abwärts, trägt bei den Hühnern auch keine Federn, mit Ausnahme der sogenannten Hosenhühner. Dafür aber ist hier die Lederhaut zu zahlreichen, regelmäßig stehenden Polsterchen verdickt, und über jedem dieser Polsterchen bildet die Oberhaut vielfache hornige Lagen, welche sich theilweise sogar über einander schieben und dasjenige darstellen, was man Schilder oder Schienen zu nennen pflegt (Fig. 413). Dadurch sind die Füße der Hühner, deren Zehensohle auch mit

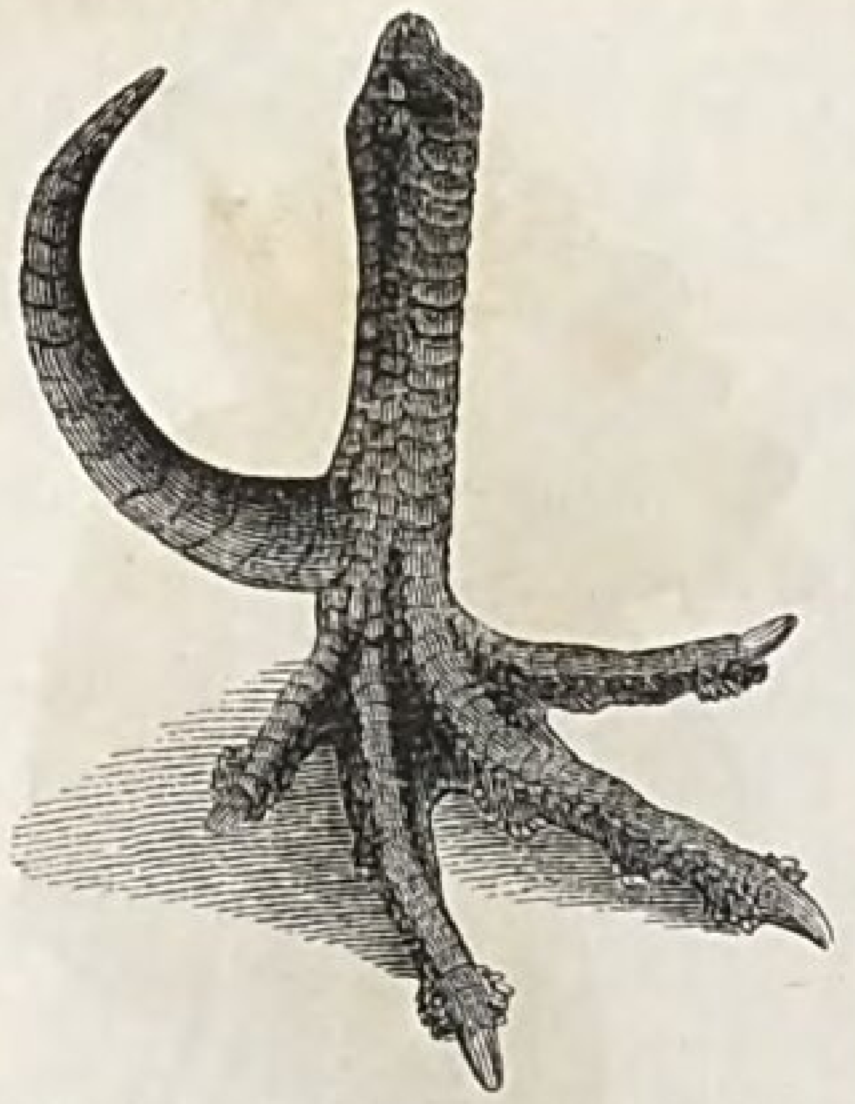


Fig. 413. Der Fuß eines Haushahnes mit hornartigem Sporne und warzenartigen Schwielen.

sehr dicken warzigen Hornschwielen bedeckt ist, sowohl gegen den Biß kleiner Thiere und gegen Verwundungen beim Laufen geschützt, als auch vor den Uebeln gesichert, welche bei befiederten Füßen aus der beim Scharren in Staub und Koth unvermeidlichen Besudelung entstehen würden. Die Zehen, deren bei den Hühnern nur vier vorhanden zu sein pflegen, sind auf dem letzten Gliede mit einem breiten und dicken Krallnagel besetzt und dadurch zum Scharren um so mehr geeignet. Bei keinem Vogel sind nun freilich mehr als vier Zehen ausgebildet, wohl aber bei vielen Arten weniger; indessen ist die Anlage zur Fünfzahl doch auch hier vorhanden, und es zeigt sich von der fünften Zehe nicht selten ein kleiner Höcker über der nach hinten gerichteten Daumenzehe am Fußknochen, und ein sehr bedeutender hornartiger Nagel auf demselben. Dieser hornartige Nagel heißt der Sporn, und er wird besonders bei den Hähnen groß, indem er ganz wie das Horn auf der Stirne eines Wiederkäuers sich verlängert. Es gibt aber auch eine eigenthümliche seltsame Abart von Hühnern, bei denen sich wirklich deutlich eine fünfte Zehe an der Stelle des Spornes gebildet hat. Ja selbst ein zweiter Sporn über dem ersten oder noch eine sechste Zehe sind nicht ohne Beispiele, sowie es ja selbst Menschen gibt, deren Hände oder Füße sechs Zehen * tragen. Ueberhaupt sind die mannigfaltigsten Eigenthümlichkeiten bei den Hühnern anzutreffen, welche bei wilden Vögeln nicht ähnlich vorzukommen pflegen, z. B. das völlige Fehlen der Steuerfedern bei den sogenannten Stumpfhühnern, die haarförmig zerschlitzten Federn bei den Wollhühnern, die gekrausten, verkehrt aufwärts gerollten Federn bei den Strupphühnern, die schwarze Färbung der ganzen Haut, insbesondere auch des Kammes und der Bartlappen ** bei den Negerhühnern u. s. w.

Gestalt. — Die wahre Körpergestalt der Vögel wird durch die Federhülle ganz verdeckt, wir erkennen dieselbe an unserem Huhne also erst, nachdem wir es völlig des Gefieders beraubt haben. Vergleichen wir das nackte Huhn (Fig. 414) äußerlich mit einem Haarthiere, so finden wir zwar sogleich wie bei diesem einen Rumpf mit zwei Vorder- und zwei Hintergliedmaßen, einen Hals und einen Kopf; aber die außerordentliche Länge des dünnen Halses und die eben so auffallende Kleinheit des Kopfes zeichnet den Vogel eben so entschieden aus, als die kurze, eiförmige Gestalt des Rum-



Fig. 414. Ein Huhn ohne Federn.

* In Süddeutschland existirt ein Geschlecht mit bekanntem Namen, bei welchem diese Ueberzahl sogar erblich ist.

** Die schwarze Färbung zeigt sich sogar noch auf inneren Häuten, z. B. auf denjenigen, welche die Knochen umhüllen.

pfes, die Kürze des Schwanzendes und die eigenthümlich verschiedene Bildung jedes Gliedmaßenpaares. Die Arme des Vogels sind bestimmt, durch Hülfe der langen Federn, welche an ihnen befestigt sind, als ein Werkzeug zum Fluge zu dienen, und da hiebei ein anderweitiger Gebrauch der Hände zum Greifen oder zum Gehen nicht möglich ist, so sind diese letzteren zu einem platten Stumpfe gestaltet. Der Vogel muß also auf den Hintergliedmaßen allein gehen und fähig sein, in solcher Stellung sein Futter zu nehmen. Wäre sein Rumpf langgestreckt, so würde er leicht das Gleichgewicht verlieren, und aus demselben Grunde war auch die Dünne des langen Halses und besonders die Kleinheit des Kopfes durchaus nothwendig. Auch mußte des Gleichgewichts wegen die Stütze der Hinterbeine weiter nach vorn, in die Mitte des Körpers gebracht werden, und zu diesem Zwecke liegen die Oberschenkel des Vogels ganz am Leibe, so daß die Kniegelenke ungefähr in der Mitte des Rumpfes sich befinden. Die Unterschenkel gehen von da abwärts und ein wenig rückwärts, letzteres, weil die Füße schräg gegen den Boden stehen. Der Fuß selbst ist ein schmaler, stabförmiger Ständer, welchen man leicht für den Unterschenkel halten möchte, wenn man den Vogel nicht näher betrachtet; er soll nur als Stütze dienen. Die sehr langen Zehen aber breiten sich, um dieser Stütze Halt zu geben, am Ende derselben nach allen vier Richtungen fast gleichmäßig aus. Da der Vogel im Gehen auf den Hintergliedmaßen, im Fliegen aber auf den Vordergliedmaßen ruht, so muß er das Gleichgewicht bald weiter nach hinten, bald weiter nach vorn haben, und er bringt dieses hervor, indem er beim Gehen, besonders aber beim Stehen, den Hals gegen den Rumpf zurückgebogen, beim Fliegen aber weit nach vorn vorgestreckt trägt. Beim Schlafen steckt der Vogel den Kopf gewöhnlich ganz unter den Flügel und steht abwechselnd auf dem einen oder andern Fuße.

Skelett. — Untersuchen wir das Knochengerüste des Huhnes (Fig. 415), so erkennen wir an demselben sogleich die vom Kopfe durch den Hals und Rücken bis zum Schwanze sich erstreckende Reihe von Wirbeln, welche der ganzen Körpergestalt Festigkeit gibt. Wir sehen vorn einen Schädel, an der Brustgegend Rippen und ein Brustbein, dann jederseits ein Schulterblatt, Schlüsselbein, Armknochen, hinten ein breitknochiges Beckengerüst und Beinknochen — kurz, jedes Knochenstück der Haarthiere erkennen wir bald im Allgemeinen wieder. Der Schädel besteht aus derselben Zahl von Knochenstücken, welche wir beim Menschen und bei allen Haarthieren mehr oder weniger deutlich erkennen konnten, aber um diese einzeln zu sehen, muß man das junge Hühnchen im Ei untersuchen. Bei diesem unterscheidet man bald nach ihrer Lage im Schnauzentheile die mit dem großen und das Hauptstück des Oberschenkels bildenden Zwischenkiefer (z) schon sehr früh völlig vereinigten Oberkiefer; die Unterkiefer, deren jeder beim Küchlein aus zwei Stücken besteht, welche noch etwas getrennt sind, nachdem die beiden Kieferäste schon lange an der Schnabelspitze in der sogenannten Dille sich völlig vereinigt haben, und die unter sich und mit den Zwischenkiefern verwachsenen Nasenbeine (n). Am Hirnschalentheile erkennt man zwei Stirnbeine, zwei Scheitelbeine, ein Hinterhauptsbein, zwei Schläfenbeine, zwei Jochbeine, zwei Felsbeine, ein Keilbein, innerlich zwei Gaumenbeine, ein Riech=

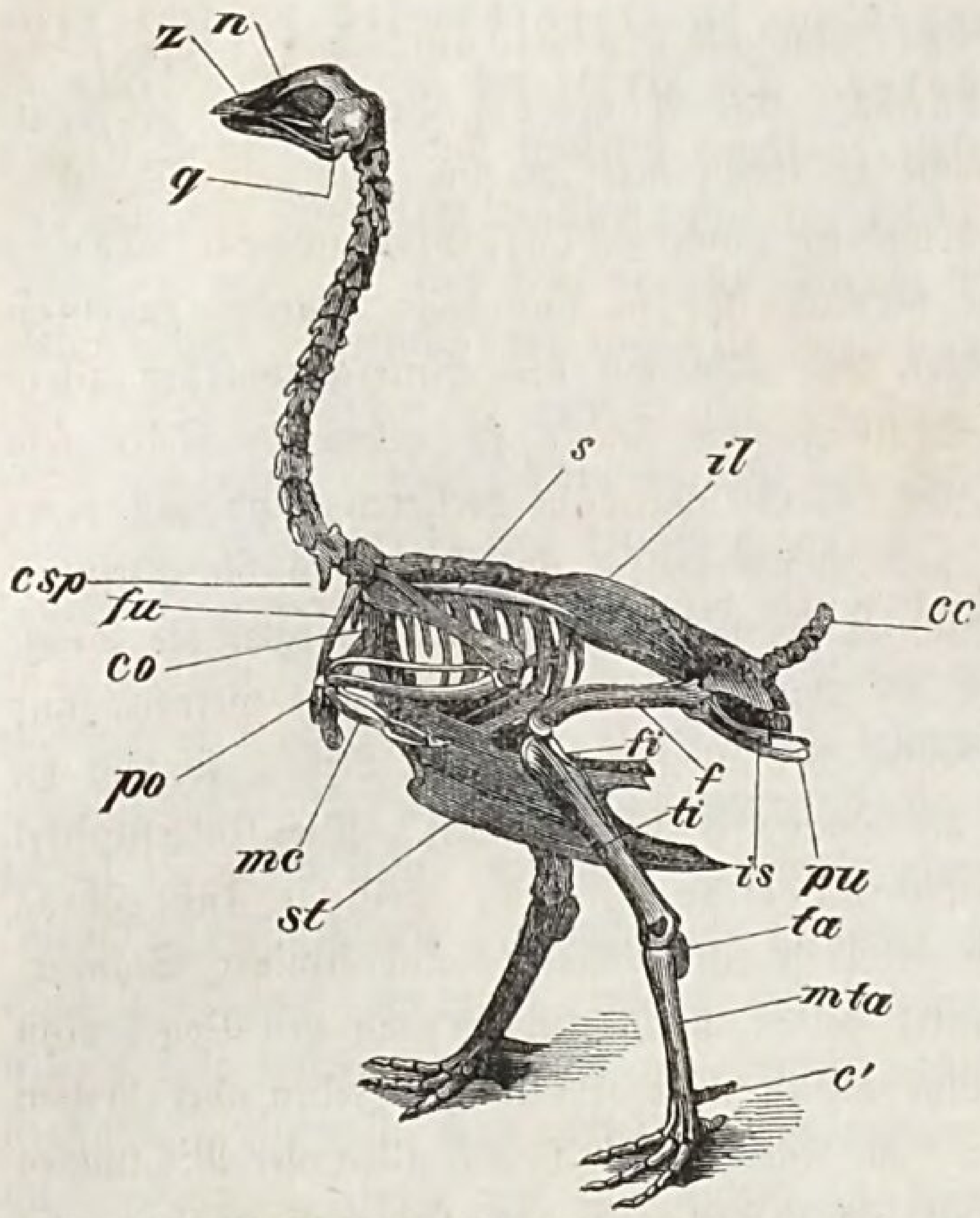


Fig. 415. Das Skelett des Haushuhnes (Phasianus gallus).*

* z Zwischenkieferbein; n Nasenbeine; q Quadratbein; cc der letzte Schwanzwirbel; csp falsche Rippen; st Brustbein; il Hüftbein; is Sitzbein; pu Schoßbein; f Oberschenkelknochen; fi Fessel; ti Schienbein; ta Fußwurzel; mta Mittelfuß; c' Sporn; s Schulterblatt; co Rabenschnabelbein; fu Gabelknochen; (Schlüsselbeine); po Daumen; mc Mittelhand.

bein und ein Siebbein u. s. w., endlich noch zwei eigenthümliche Knochen in der Wangengegend, die Quadratbeine. Alle diese Knochenstücke sind bei den Haarthieren das ganze Leben hindurch, oder doch in der Jugend, mehr oder weniger von einander getrennt. Beim Vogel aber vereinigen sie sich schon im Ei größtentheils so innig, daß man später keine Trennung der einzelnen Stücke des Schädels mehr bemerkt. Dieses ist nothwendig, um dem Kopfe die Festigkeit zu geben, welche allein ihn geeignet machen konnte, als ein Werkzeug zum Greifen, Hacken, Picken, Schlagen und Stoßen zu dienen. Die Kiefer sind beim Huhne ziemlich lang, doch bei sehr vielen Vögeln noch länger. Die Oberkinnlade ist in der Gegend, welche der Lage der Nasenbeine entspricht, biegsam. Bei jungen Hühnern findet man die letzteren fast bis die Thiere ausgewachsen sind, ganz weichknorpelig. Der Unterkiefer hat an seinem hinteren Ende keinen hohen Kronenfortsatz wie bei den Haarthieren, sondern ist schmal und nur mit einer grübchenförmigen Gelenkfläche versehen. Dagegen sehen wir ihn noch hinter der letzteren einen starken Eckfortsatz bilden. Der Quadratknochen (q) ist ein beweglich bleibendes Stück, welches bei den Haarthieren Schläfenbeinfortsatz genannt wird und bei denselben mit dem Schläfen- und Felsenbeine verwachsen, dagegen bei den Vögeln durch das Jochbein mit dem Oberkiefer, durch Gelenke mit dem Schläfenbeine einerseits und dem Unterkiefer andererseits verbunden ist. Die Gehirnkapsel ist ziemlich hoch und rund gewölbt; die Augenhöhlen sind fast vollständig umschlossen. Das Hinterhauptsloch liegt ziemlich in der Mitte zwischen der untern und hintern Seite des Schädels. Unter demselben befinden sich nicht, wie bei den Haarthieren, zwei Gelenkhöcker zur Vereinigung mit der Wirbelsäule, sondern nur ein einzelner, wodurch es dem Vogel möglich wird, seinen Kopf sehr frei zur Seite zu drehen. — Bei der Wirbelsäule fällt es auf, im Vergleiche mit den Haarthieren, daß die Länge des Halses nicht wie bei jenen, durch Verlängerung der Halswirbel bewirkt wird, sondern durch eine vermehrte Zahl von solchen. Wir finden beim Huhne deren nicht bloß sieben, sondern dreizehn. Uebrigens besteht auch hier jeder Wirbel aus einem Wirbelkörper und einem Wirbelbogen, letzterer mit Seitenfortsätzen und aufwärts stehendem Dornfortsatze. Zwischen dem Wirbelkörper und Wirbelbogen bleibt ein Raum für das Rückenmark. Wie

beim Menschen und bei allen Haarthieren zeichnen sich die ersten beiden Halswirbel, Atlas und Epistropheus, durch eine bei jedem ganz eigenthümliche Form aus. Die Gelenke der Halswirbel sind so eingerichtet, daß die oberen Wirbel sich vorzugsweise rückwärts biegen können, wodurch die Sförmige Krümmung des Halses entsteht. Die oberen Wirbel haben an ihrer Rückenseite aufrechte Dornen, die unteren an ihrer Unterseite ähnliche und außerdem besondere paarweise stehende Fortsätze, welch letztere gegen den Rumpf verlängert vorragen und zum Ansatze für die Sehnen derjenigen Muskeln dienen, durch deren Zug der Hals beim Hacken und Picken rasch vorgeschossen werden kann. Die Wirbelbogen sind schmal, um sich bei den Beugungen des Halses nicht zu hindern. Eigenthümliche, kleinen Rippenstummeln zu vergleichende, Knöchelchen sind seitwärts mit je zwei Halswirbeln verbunden und dienen, die Breite und Festigkeit desselben zu vermehren. — Die Zahl der Wirbel des Rumpfes ist nicht deutlich zu erkennen, indem viele von denselben so mit einander verwachsen sind, daß sie ein einziges Knochenstück zu bilden scheinen, dessen vereinigte obere Dornfortsätze einen Kamm oder Grat darstellen, während einzelne längere unter Dornen in die Brusthöhle hineinragen. Rippentragende Wirbel sind nur sieben vorhanden. Gleich die folgenden sind schon mit den breiten Hüftbeinen fest verwachsen. Eine breite Weichengegend zwischen den Rippen und Hüften, wie bei den Haarthieren, ist also hier nicht vorhanden. Die mit einander und mit den Hüftbeinen zu einem großen röhrenartigen Knochenstücke verwachsenen Kreuzbeinwirbel geben dem Rumpfe des Vogels in seiner hinteren Hälfte eine außerordentliche Festigkeit. Zuletzt folgt noch ein kurzer Schwanz, aus sechs Wirbeln bestehend, deren letzter (cc) sich durch einen hohen und breiten Dornfortsatz auszeichnet. Diese sind sehr beweglich verbunden und bilden das feste Gerüst des Bürzels. Bei dem sogenannten Stumpf- oder Kaulhuhne, dem die Steuerfedern fehlen, ist mit diesem Mangel auch derjenige des letzten Bürzelwirbels verbunden. — Die Rippen unterscheiden sich, wie bei den Haarthieren, in echte und falsche, d. h. solche, welche mit dem Brustbeine verbunden sind, und solche, welche dasselbe nicht erreichen. Aber diese falschen kurzen Rippen (csp) finden sich beim Huhne nicht hinter den echten, sondern vor denselben an denjenigen Wirbeln befestigt, welche unmittelbar auf die des Halses folgen. Die platten, spangenähnlichen, echten Rippen sind nur theilweise an den Wirbeln, so wie bei den Haarthieren, durch zwei Gelenkköpfe befestigt; die meisten derselben fügen sich hier nur an die Seitenfortsätze der Wirbelbogen; ferner verbinden sie sich mit dem Brustbeine nicht durch Knorpel, sondern durch besondere, mit ihnen winklig zusammentreffende und sowohl hier als auch am Brustbein eine Gelenkverbindung bildende Knochen, die sogenannten Brustbeinrippen, welche von vorn nach hinten an Länge zunehmen. Ist schon diese Verknöcherung geeignet, dem Brustkorbe, welcher beim Fluge eine feste Stütze für die Flügel und den durch diese getragenen Körper sein muß, größere Festigkeit zu verleihen, so wird doch dieser Zweck in noch höherem Grade erreicht durch eigenthümliche, schief nach hinten und oben gerichtete Seitenfortsätze, deren je einer auf der Mitte mehrer Rippen sich befindet und sich mit seinem freien Ende platt auf die nächsthintere Rippe legt. — Das Brustbein (st) ist sehr eigenthümlich gestaltet. Es bildet eine breite, viereckige, schildförmige oder dem Vordertheile eines

Brustharnisches ähnliche Knochenplatte, welche auf ihrer Mittellinie einen stark hervorragenden, besonders vorn sehr hohen Kiel oder Grat trägt. Es bildet sich bei den Küchlein im Ei aus der völligen Verknöcherung und Verwachsung einer Reihe von wirbelartigen Knochen, deren nach unten vorragende senkrechte Dornfortsätze jenen Kiel, den sogenannten Brustbeinkamm, darstellen. Brustbein und Brustbeinkamm bieten den Muskeln, welche beim Fluge die ganze Last des Körpers tragen, die festen Anheftungspunkte dar. Wir dürfen, nachdem wir diesen Zweck erkannt haben, im Voraus vermuthen, daß das Brustbein bei denjenigen Vögeln, welche am besten und ausdauerndsten zu fliegen vermögen, vorzugsweise fest gebaut und mit einem ganz besonders hohen Kamme versehen sein werde. Das Huhn fliegt nicht bedeutend, nie anhaltend; sein Brustbein hat zu jeder Seite des Kammes vom hintern Rande herein zwei halbeirunde Ausschnitte, von denen der innere der größere ist, und durch welche dasselbe jedenfalls bedeutend von seiner Festigkeit einbüßt. Die beiden gegen die Schultergegend vorspringenden Ecken des Brustbeines sind vorzugsweise kräftig gebaut und tragen vermittelst einer Gelenkvorrichtung die Stützknochen (co) der Schulterblätter.

Die Schulterblätter (s) sind lange, schmale, messerklingenähnliche und ein wenig gekrümmte Knochenplatten, deren Dicke am Schultergelenke am stärksten ist. Wie bei den Schnabelthieren tragen sie keine angewachsene Schultergräte, sondern diese befindet sich als ein besonderer, kurzer und fester, oben und unten breiterer Knochen, nur mit dem Vorderende desselben durch ein Gelenk verbunden, und bildet den eben erwähnten Stützknochen (co), welcher mit seinem untern breiten Ende durch eine Gelenkfügung an das Brustbein befestigt ist. Man nennt sie hier Rabenschnabelbein. Die Schlüsselbeine (lu) sind ziemlich starke, gekrümmte Knochenstäbchen, welche einerseits sich mit dem Schulterblatte und Rabenschnabelbeine an deren Vereinigungspunkte verbinden, um das Schultergelenk für den Oberarm zu vervollständigen, während sie mit dem andern Ende nicht, wie bei den Haarthieren, sich an das Brustbein legen, sondern vielmehr vor dem Brustbeinkamme Vförmig zusammengewachsen sind und so den sogenannten Gabelknochen bilden. Der Oberarm stützt sich also in seinen Bewegungen auf drei Knochenstützen, welche im Schultergelenke zusammentreffen: auf das über den Rippen im Muskelfleische liegende Schulterblatt, auf den, seinerseits auf das Brustbein sich stützenden Rabenschnabelknochen, und endlich auf das Gabelbein, dessen beide Arme sich gegenseitig stützen. Wir werden bei der weitern Betrachtung anderer Vögel die Beobachtung machen, daß das Gabelbein eine um so festere Stütze für den Flug gewährt, je mehr es breit und bogenförmig gestaltet ist. Bei den Hühnern ist dasselbe, dem geringen Flugvermögen dieser Vögel angemessen, schmal und spitzwinklig.

Das Knochengerüst der Arme besteht aus einem starken Oberarmknochen, zweien eben so langen Unterarmknochen, der vorderen, dünneren Spindel, und der hinteren, viel dickeren Elle, welche jedoch durch die Art und Weise ihrer Zusammenfügung nicht dienen können, um den Unterarm drehbar zu machen, sondern nur um ihm eine größere Breite zu geben, wozu auch noch die starke Krümmung der Elle beiträgt. An den Unterarm fügen sich die Knochen der Hand. Zwei kleine Knöchelchen bilden die Handwurzel, zwei ziemlich lange, an ihren beiden Enden

zu einer Knochenplatte vereinigte Stäbe, von denen der vordere dicker ist, stellen die Mittelhand (mc) vor, und eine ähnliche Vereinigung von zwei andern Knochen, von denen der äußere zweigliedrig erscheint, ist entstanden aus der Verkümmerung der Finger. Jedoch ist der Daumen (po) noch deutlich ausgebildet, und hängt, an die Handwurzel befestigt, neben der Mittelhand. Wenn das Huhn nicht fliegt, so trägt es den Arm eingezogen, den Ellenbogen in die Hüfte gelegt und auch die Hand wieder rückwärts gebogen.

Das Beckengerüste läßt außer den, mit den Kreuzbeinwirbeln in einer großen Erstreckung völlig verwachsenen Hüftknochen (il) auch die Sitzbeine (is) und Schoßbeine (pu) deutlich erkennen. Diese drei Knochen treffen, wie bei den Haarthieren, da zusammen, wo sich das Gelenk für den Oberschenkel befindet. Der vordere Theil des großen, schildförmigen Beckenknochens ist etwas eingebogen, der hintere dagegen ziemlich gewölbt. Die Sitzbeine bilden eine schmale, nach hinten vorspringende Ecke der Hüftbeine, mit denen sie fest verwachsen sind. Die Schoßbeine sind sehr dünn, rippenförmig, mit dem einen Ende ebenfalls an das Hüftbein gewachsen, und vereinigen sich an ihrem freien Ende weder mit den Sitzbeinen, noch unter sich, während dies beim Menschen und bei allen Haarthieren der Fall ist. Das Beckengerüst des Vogels ist also am Unterleibe offen, eine Vorrichtung, welche als sehr zweckmäßig erscheint, wenn man an das Eierlegen dieser Thiere denkt. Die von den drei Knochen des Beckengerüstes an ihrer Vereinigung gebildete Gelenkpfanne für den Oberschenkel (f) ist sehr tief. Dieser letztere Knochen, welcher ziemlich kurz, aber stark gebildet und der Form nach dem entsprechenden Knochen der Haarthiere sehr ähnlich ist, greift mit einem rechtwinklig von ihm abstehenden, kugligen Gelenkkopfe in jene Pfanne ein, und ist dadurch fähig, sich nach vorn gerichtet, ganz an die Seite des Thieres zu legen. Der Unterschenkel hat zwei Knochen, von denen der eine, die Schiene (ti), lang und stark ist, während die Fessel oder Spange (fi) als ein dünner, griffelförmiger, nur bis zur Mitte der Schiene gesonderter, von dort ab aber mit dieser völlig vereinigter Knochen erscheint. Auf dem Kniegelenke, welches der Vogel mit den Flügeln bedeckt, liegt das Sesambeinchen oder die Kniescheibe. Der Fuß des Huhnes besteht aus einem bedeutenden Knochenstabe, Tarsenknochen oder Tarsus genannt, welcher an seinem untern, mit mehren Gelenkvorragungen versehenen Ende die Zehen trägt. Jener Knochenstab stellt eine völlige Vereinigung der Fußwurzel- (ta) und Mittelfußknochen (mta) vor, von welchen letzteren man noch bei dem Küchlein im Ei genau so viele einzelne Knorpelstäbchen erkennt, als Zehen vorhanden sind. Der Tarsus ist bei den Hühnern etwa einen Finger lang, bei den Zwerghühnern um die Hälfte kürzer, bei den Stelzhühnern dagegen bedeutend länger. Für den Daumen oder die Hinterzehe liegt noch ein unbedeutendes Knöchelchen neben demselben. Die Zehen enthalten mehre Knochenglieder, der Daumen nur zwei, die innere Zehe drei, die mittlere vier, die äußere fünf. Das letzte Glied hat eine besondere zugespitzte Form, und trägt den Nagel.

Noch ein kleines Knochengerüste verdient bemerkt zu werden, welches sich in der Zunge des Huhnes findet. Diese wird nämlich innerlich von einigen Paaren hintereinander liegender, sehr kleiner Knöchelchen gestützt, welche in der Zungen-

wurzel sich vereinigen, dann wieder hinter derselben sich trennen und mit ziemlich langen knorpeligen Enden am Hinterkopfe befestigen. Man nennt jenes Knochengerüstchen das Zungenbein (os hyoideum) und die knorpeligen Enden die Zungenbeinhörner. Auch bei dem Menschen und den Haarthieren kommen ähnliche, theils knorpelige, theils knöcherne Stützen innerhalb der Zungenmuskeln vor, aber bei den Vögeln pflegen dieselben verhältnißmäßig eine wichtigere Ausbildung zu besitzen, welche bei den niederen Klassen der Wirbelthiere (Reptilien, Batrachiern und Fischen) einen noch höheren Grad erreicht.

Bei der großen Festigkeit des Knochengerüstes der Vögel sollte man vermuthen, daß es diesen Thieren an der zum Fliegen nöthigen Leichtigkeit fehlen müßte. Allein auch hiefür ist gesorgt. Während nämlich die Knochen der Haarthiere entweder ganz massiv oder in ihren hohlen Theilen mit dem sogenannten Marke ausgefüllt sind, finden wir beim Vogel eine große Zahl der Knochen, und besonders gerade die dicksten mehr oder weniger pneumatisch, d. h. hohl und mit Oeffnungen versehen, in welche, vermittelst besonderer Einrichtungen der Athmungswerkzeuge, aus dem Innern des Körpers Luft eindringen kann. Da diese Luft im Körper bedeutend erwärmt und dadurch ausgedehnt, also verhältnißmäßig leichter wird, als die Luft, in welcher der Vogel schwebt, so ist es begreiflich, daß diese Vorrichtung eine ähnliche Erleichterung des Vogels bewirkt, wie die erhitzte Luft, mit deren Hülfe man Luftballons zum Steigen zu bringen vermag. Bei den jungen Küchlein, welche noch nicht fliegen können, sind die Knochen mit blutreichen Säften gefüllt; es ist so bei allen jungen Vögeln. Auch werden wir bei den durch eine vorzügliche Flugfähigkeit ausgezeichneten Gattungen allemal um so mehr Knochen des Gerippes pneumatisch finden. Man kann an den Vogelknochen, welche Lufthöhlungen besitzen, diese Eigenschaft der Pneumaticität deutlich durch die zu denselben führenden Eingangslöcher erkennen, welche sich meistens in der Nähe der Gelenke befinden. Mit Ausnahme einiger kleiner und sehr dünner Knochen des Schädels, z. B. der Jochbeine, findet sich kein Knochen im Körper des Vogels, welcher nicht bei der einen oder der andern Art Lufthöhlungen besäße.

Muskulatur. — Die Knochen liegen, eingebettet im Zellgewebe, durch dessen Verhärtung sie entstehen, zwischen dem Fleische, dessen einzelne Stränge die Muskeln bilden. Vergleichen wir die Muskeln des Huhnes mit denen des Menschen, so gelingt es uns zwar sehr wohl an den verschiedenen Theilen des Körpers die zu den gleichen Zwecken dienenden Muskeln aufzufinden, allein wir bemerken in der Ausbildung derselben eine sehr bedeutende Ungleichheit. So sind die Muskeln, welche die Brust bedecken, beim Menschen sehr gering. Stärker entwickelt finden wir dieselben bei denjenigen Thieren, welche mit ihren Vorderfüßen graben, z. B. dem Mullwurfe, sehr ausgezeichnet bei den Flatterthieren. Beim Huhne und bei allen mit Flugvermögen begabten Vögeln sind diese Muskeln die dicksten und stärksten am ganzen Körper. Dagegen ist das Antlitz des Menschen reich an feinen Muskeln, welche die so mannigfaltigen Veränderungen seiner Züge möglich machen. Bei den Affen genügen diese Muskeln nur noch, um das Angesicht zu Grimassen zu verzerren; die Fleischfresser sind zu sehr wenigen Verände=

rungen der Mienen befähigt; bei den übrigen Haarthieren fehlt eine solche Fähigkeit so gut wie ganz, und bei den Ameisenigeln und Schnabelthieren ist, außer denjenigen Muskeln, welche die Kaubewegung hervorrufen, von Antlitzmuskeln nichts mehr vorhanden. Dieser letztere Fall zeigt sich auch beim Huhne; er zeigt sich ganz auf gleiche Weise bei allen Vögeln. — Dagegen ist eine andere Abtheilung von Muskeln bei dem Huhne sehr fein und ausgezeichnet ausgebildet, welche beim Menschen fast ganz fehlt, bei den meisten Haarthieren nur in einem sehr geringen Maße vorhanden ist, nämlich die der Hautmuskeln. Der Mensch ist meistens nicht einmal im Stande, seine Ohren zu bewegen, ebenso selten ist die Fähigkeit, die Schädelhaut in Bewegung zu setzen. Die meisten Haarthiere vermögen ihre Ohren sehr lebhaft zu bewegen, viele haben ihre Kopfhaut vollkommen in der Gewalt und können die Haare des Scheitels sträuben; der Igel sträubt alle seine Stacheln; der Mullwurf vermag seinen Pelz zu schütteln, um die Erde daraus zu entfernen, und ähnliche Bewegungen der Haut finden sich in geringerem Grade auch bei verschiedenen andern Haarthieren. Bei den Vögeln jedoch ist die Einrichtung zu diesem Zwecke so vollkommen, daß alle ähnlichen Beispiele, welche man aus der Klasse der Haarthiere entnehmen kann, geringfügig dagegen erscheinen. Die Vögel sind vermöge außerordentlich zahlreicher und feiner Muskeln, deren für jede Feder mehre besondere vorhanden sind, im Stande, ihr Gefieder aufzurichten und zu sträuben, die ganze Haut zu schütteln oder nach Belieben einzelne Theile derselben in Bewegung zu setzen. Hiedurch ist es ihnen möglich, ihr Kleid stets wieder in vollkommene Ordnung zu bringen. Im Augenblicke der Leidenschaft, z. B. im Zorne, sträuben die Hühner, besonders die Hähne, die langen Deckfedern des Halses, so daß dieselben einen breiten Kragen bilden. — Wir werden in der Muskulatur der Vögel, so mannigfach sie verschieden sind, nur geringe Abweichungen von der Bildung, welche wir beim Huhne beobachten, wahrnehmen. Im Allgemeinen ist dieselbe dem Flugvermögen und der Lebensweise jeder Gattung angepaßt. Die Fleischmassen sind am Rumpfe oder in dessen nächster Nähe, am Oberschenkel und Oberarm, zusammengehäuft, während diejenigen Muskeln oder Theile von Muskeln, welche sich am Halse und Kopfe, an den Vorder- und Hintergliedmaßen finden, sich als lange dünne Sehnen darstellen, deren Festigkeit nichtsdestoweniger sehr groß ist. Manche derselben, zumal an den Hintergliedmaßen, verknöchern sogar theilweise.

Flugvermögen. — Die Haut nebst ihren Bedeckungen, die Form der Vordergliedmaßen, der Knochenbau und die Muskulatur sind gemeinsam betheiligt bei dem Flugvermögen des Vogels. Wir müssen dieses noch einer nähern Betrachtung unterziehen. Den Flügel bilden die Arme nebst den in der Haut derselben befestigten Federn. Diese sind um so größer, je ferner vom Rumpfe sie stehen. Der Oberarm besitzt keine bedeutende Federn, dagegen im Unterarme zählt man beim Huhne 12 Schwungfedern und in der Hand 10. Die letzteren heißen Schwungfedern erster Ordnung, die etwas kürzern des Unterarmes Schwungfedern zweiter Ordnung. Am Daumen der Hand befinden sich einige besondere, kurze Federn, welche die Vorderecke des Flügels decken. Die Federn der Hand und des Unterarmes sind sehr dicht und eng auf einandergefügt, so daß sie keine Luft durchlassen.

Wenn man den Fittig eines Vogels, nach seiner Unterseite gerichtet, durch die Luft zu schwingen versucht, so empfindet man einen merklichen Widerstand; dieser Widerstand ist es, durch welchen der Vogel sich in die Luft erhebt und darin schwebend erhält. Schwingt man den Fittig aber nach der Oberseite gerichtet, so legt er sich von selber zusammen, und man verspürt jenen Widerstand nicht; diese Nachgiebigkeit der Gelenke macht es dem Vogel möglich, seine Flügel stets von Neuem zu erheben, ohne dadurch sich wieder niedersenken zu müssen. Will das Huhn fliegen, so beugt es seine Füße, fast als wolle es niederhocken, hüpft dann, so viel es vermag, in die Höhe, damit es bei seinem ersten Flügelschlage nicht die Erde trifft, breitet, indem es den Sprung thut, beide Flügel aus und schlägt sie ausgespannt nieder. Hiedurch hebt es sich höher, als der Sprung es tragen konnte. Bevor es aber den Aufschwung wieder verliert, hebt es die Flügel wieder, indem es sie einzieht und dann rasch wieder ausspannt, und thut den zweiten Flügelschlag, und so fort. Wiederholte der Vogel nicht den Aufschwung durch stets neue Flügelschläge, so würde er wieder herabfallen, ebenso gut wie der Ball, welchen man in die Luft wirft, einen Moment still zu stehen scheint, sobald die Wurfkraft aufgehört hat, ihn zu treiben, und dann rasch wieder herabfällt. — Ein kleiner Fittig kann natürlich nicht so bedeutenden Widerstand in der Luft finden, als ein großer. Für einen kleinen Vogel genügt nun freilich auch ein (verhältnißmäßig) geringer Widerstand der Luft, um ihn schwebend zu erhalten. Aber ein großer Vogel bedarf eines starken Widerstandes. Hat daher ein Vogel verhältnißmäßig nur kleine Schwingen, so wird es ihm schwer werden zu fliegen. Jedenfalls wird er seine Flügelschläge vervielfältigen müssen, um nicht wieder zu sinken. Das Huhn hat nur kurze Fittige. Es ist daher genöthigt, beim Fluge sehr schnell und heftig mit denselben zu schlagen, so daß es dadurch einen laut rauschenden und, weil die heftig niedergeschlagenen Schwingen sich meistens treffen, sogar schmetternden Ton verursacht. Die Füße zieht es beim Fluge an den Bauch, damit dieselben sich nicht in den Flügeln verwickeln oder dem Winde ein Hinderniß darbieten, welches den Flug stören würde. Den Kopf streckt es des Gleichgewichtes wegen nach vorn, den Schwanz dagegen bewegt es verschiedentlich, indem es denselben bald ausstreckt, bald aufwärts richtet, bald abwärts neigt, je nachdem es nämlich in gleicher Höhe bleiben, oder herabsinken, oder aufwärtssteigen will. Um rechts oder links zu fliegen, vermehrt der Vogel die Kraft des entgegengesetzten Flügels. —

Verdauungsorgane. — Nunmehr wird es von Interesse sein, die Verdauungswerkzeuge (Fig. 416) des Huhnes zu untersuchen und dabei auch diese mit den Beobachtungen zu vergleichen, welche wir bei den Haarthieren machen konnten. Die Nahrung wird vom Huhne mit dem Schnabel ergriffen, nicht gekaut und von der, mit rückwärts gerichteten Spitzen, welche als Widerhaken dienen, versehenen, dreieckigen und ziemlich harten Zunge, mit besonderer Beihülfe des klebrigen Schleimes, in den Hintergrund der Mundhöhle gezogen, wo kein Zäpfchen den freien Eintritt derselben hindert. Die Nahrung gleitet dann innerhalb des Halses hinab, an dessen unterem Ende die Speiseröhre sich zu einem häutigen Sacke erweitert, welchen man den Kropf nennt. Dieser sehr dehnbare Behälter dient, um die Speisevorräthe einstweilen aufzunehmen. Dieselben kommen

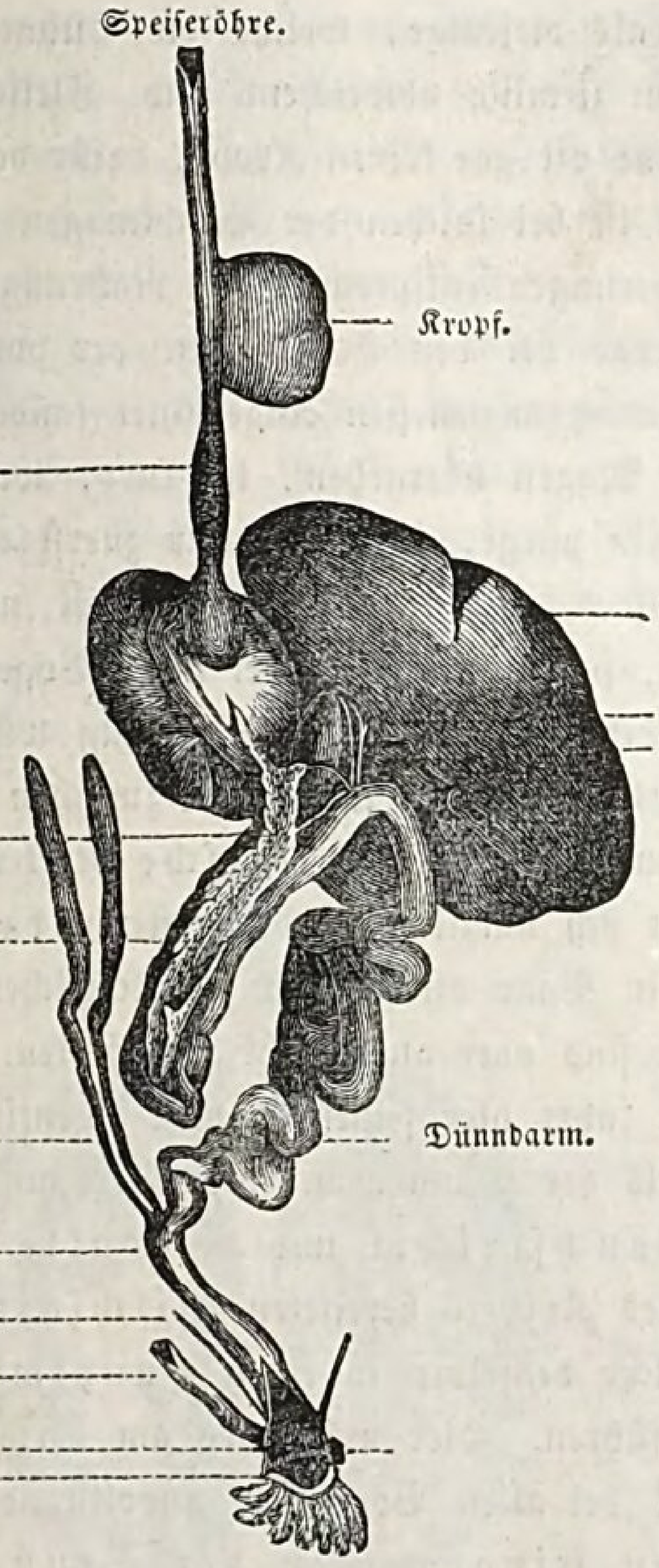


Fig. 416. Die Verdauungseingeweide des Haushuhnes.

im Kropfe besonders mit dem getrunkenen Wasser in Berührung und werden durch dasselbe eingeweicht, was um so wichtiger ist, als manche Nahrungsmittel, z. B. Erbsen, Wicken, Getreidekörner u. s. w. durch Wasser sehr bedeutend aufschwellen, wodurch in der Leibeshöhle des Vogels die übelsten Folgen entstehen müßten, während der Kropf durch die Ausdehnung nicht belästigt wird, da er vor dem Brustkorbe liegt. Unterhalb des Kropfes, welcher sich auf den Gabelknochen stützt, verengert sich die Speiseröhre wieder und führt in einen wenig erweiterten Sack, den Vormagen, welcher wegen der in seinen Wandungen liegenden Drüsen auch Drüsenmagen genannt wird. Dieser Magen ist innen siebartig von den feinsten Poren durchdrungen, aus welchen das Produkt der Drüsen, der Magensaft ausfließt, um die Speisen zu befeuchten. Sehr nahe hinter demselben folgt der Hauptmagen, welcher außerordentlich dickwandig, aus dem festesten Muskelfleische gebildet und innen mit fast knorpeliger Haut ausgekleidet ist. Dieser Magen ist eigentlich das Kauwerkzeug des Vogels, indem derselbe durch die Zusammenziehungen seiner Muskelwände die noch in festem Zustande in ihn gelangten Gegenstände zerquetscht und zermalmt, wobei die vom Vogel zufällig mit verschluckten Kieselsteinchen, welche im Magen zurückbleiben, nicht unwesentlich mitzuwirken scheinen. Es muß indessen gleich hier bemerkt werden, daß bei denjenigen Vögeln, deren Nahrung

ganz anderer Art ist als diejenige, welche die Hühner zu sich zu nehmen pflegen, die Mageneinrichtungen ziemlich abweichend sind. Fleischfressende Vögel haben einen geringeren, fischfressende oft gar keinen Kropf, dafür dann aber einen um so größeren Drüsenmagen. Ferner ist bei solchen der Hauptmagen nicht muskulös, sondern nur häutig. Diese Abänderungen entsprechen der Nahrung ebenso zweckmäßig, wie wir die Verdauungswerkzeuge bei den Haarthieren der vorzugsweise für jede Thierordnung bestimmten Nahrung angemessen eingerichtet fanden. Der Darm, in welchen die Speisen aus dem Magen übergehen, ist kurz, weit kürzer als bei den Haarthieren der Fall zu sein pflegt, indem er nur zuerst eine Schleife und dann einige wenige Windungen bildet, und dieses ist der Fall nicht allein beim Huhne und andern Körnerfressern, sondern wirklich bei allen Vögeln. Der Zweck ist begreiflich: zu lange im Körper verweilende verdaute Nahrung würde die Last des Leibes vermehren und den Flug hindern. Ein Unterschied zwischen den Vögeln, welche Pflanzenstoffe und denjenigen, welche thierische Nahrung fressen, ist aber doch vorhanden. Es findet sich nämlich bei den ersteren da, wo der Dünndarm in den Dickdarm übergeht, ein Paar oft ziemlich beträchtlicher Blinddärme, welche bei den letzteren nur klein sind oder auch wohl ganz fehlen. Beim Huhne sind sie ziemlich groß. Der Dickdarm führt hier seinen Namen eigentlich nicht mit Recht, denn er ist eben nicht dicker als der Dünndarm. Die Verdauung wird, wie bei den Haarthieren, durch den Bauchspeichel und die Galle unterstützt. Die Auffaugung des zur Ernährung des Körpers bereiteten Milchsaftes geschieht auch hier durch Lymphgefäße, welche denselben in einen Hauptmilchsaftgang und durch die Hohlvenen ins Herz führen. Hier möchte es am Orte sein, zu bemerken, daß der Zwerchfellmuskel bei allen Vögeln so unvollständig ist, daß eine Scheidewand zwischen den Eingeweiden der Brust- und Bauchhöhle nicht vorhanden ist.

Kreislauf der Säfte. — Die weitere Umänderung des Milchsaftes in Blut und der Kreislauf des Blutes selbst weicht wenig oder gar nicht von den bei den Haarthieren stattfindenden Vorgängen ab, als deren Beispiel die im Körper des Menschen selbst vorgehenden Verrichtungen uns dienten. Das Venenblut und der frische Milchsaft ergießen sich in die rechte Vorkammer des Herzens, dann in die rechte Herzkammer, kommen von dort durch die Lungenarterie in die Lungen und durch die Lungenvene, in frisches (arterielles) Blut verwandelt, in die linke Vorkammer des Herzens, dann in die linke Herzkammer und aus dieser durch die Arterien in alle Theile des Körpers. Daß die Arterien theilweise einen etwas anderen Verlauf haben, als bei den meisten Haarthieren, und daß dieselben im Körper mehrfach unter sich in Verbindung stehen, ist an und für sich wenig erheblich; letzteres Verhältniß dient aber dazu, den Kreislauf des Blutes im Körper zu befördern, und ist daher nicht ohne den wesentlichsten Einfluß auf das Naturell des Vogels.

Athmung. — Der Athmung dienen als äußere Eingangsöffnung nur die Nasenlöcher, deren Röhren sich nahe über dem Gaumen vereinigen und mit einer schmalen Spalte im Gaumen grade über dem Kehlkopfe der Luftröhre öffnen. Der Kehlkopf ist sehr einfach, nur eine spaltförmige Oeffnung auf dem Boden der Speise-

röhre im Schlunde, ohne einen dehnbaren Rand, ohne Stimmritzenbänder oder andere Vorrichtungen, welche diesen Theil beim Menschen zu einem so wunderbaren Stimmwerkzeuge machen. Derselbe ist auch kaum fähig, irgend welche Töne hervorzubringen. Dagegen befindet sich am unteren Ende der sehr langen Luftröhre, wo dieselbe sich in zwei Bronchien theilt, eine zweite kehlkopfartige Vorrichtung, der sogenannte untere Kehlkopf, dessen Einrichtung beim Huhne minder kunstvoll ist, als wir dieselbe bei den Singvögeln kennen lernen werden, mit dessen Hülfe die Henne aber ihr Gackern und Glucken, der Hahn sein Locken und sein kreischendes Kikeriki hervorbringt. Die Lungen — denn auch hier besteht die Lunge aus zwei Hälften, welche jedoch nicht in Lappen zertheilt sind — liegen ganz im vorderen Raume der Brust und füllen keineswegs die Höhle derselben, sondern schmiegen sich nur an die Rippen, so daß sie die Eindrücke derselben in ihrer äußeren Form zeigen. (Fig. 417). Dieselben verrichten auch keines-

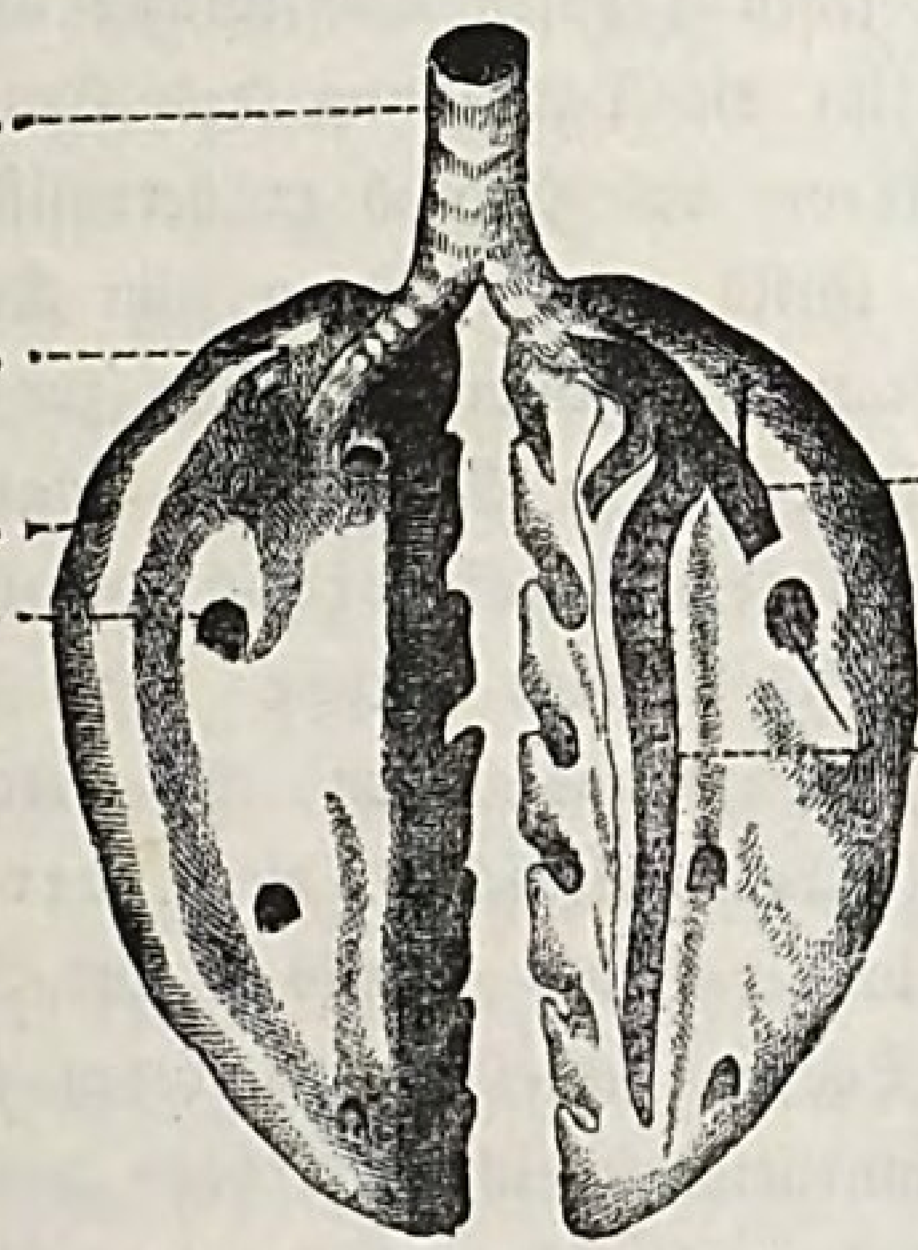


Fig. 417. Die Lunge eines Huhnes.

wegs allein die Athmung, sondern sie lassen die eingeathmete Luft durch Oeffnungen in ihrem Gewebe in gewisse hohle Räume, theils Röhren, theils Zellen strömen, welche im Zellgewebe des Körpers an verschiedenen Theilen sich unter der Haut und zwischen den Muskeln verbreiten und selbst bis in die Gliedmaßen und bis zum Kopfe und in die Höhlungen der pneumatischen Knochen die Luft führen. Indem nun in den feinen Gefäßnetzen, welche sich in den Wandungen jener hohlen Räume ausbreiten, das bereits durch den Körper geführte Blut stets von Neuem mit frischer Luft in Berührung tritt, erleidet es auch fortwährend eine theilweise Erfrischung durch die Aufnahme von Sauerstoff. So haben die Vögel also eine doppelte Art von Athmung und diese letztere ist daher bei dieser Klasse von Thieren weit lebhafter, als bei den Haarthieren. Die Luftzellen des Körpers füllen sich beim Fluge reichlicher mit Luft, als in der Ruhe, weßhalb die Athmung sehr ungleich ist, je nachdem das Thier ruht oder die Flügel bewegt. Aus dem gleichen Grunde schlägt der Hahn, um seine Stimme zu verstärken bevor er kräht, bei aufgerichtetem Körper dreimal mit den Flügeln. Ohne diese Vorbereitung ist sein Ruf schwach und kurz. — Da durch den chemi-

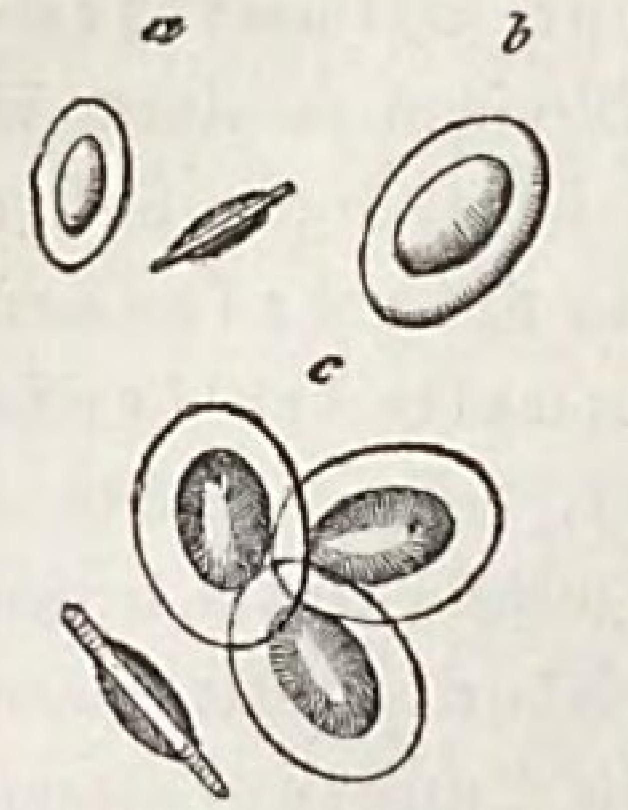


Fig. 418. Blutkörperchen eines Huhnes.*

* a b Blutkügelchen eines Huhnes, vierhundertfach vergrößert; c Blutkügelchen eines Haifisches, welche dem des Huhnes sehr ähnlich sind.

schen Vorgang der Säurung des Blutes die Körperwärme erzeugt wird, so kann es uns hienach nicht in Verwunderung setzen, daß letztere bei den Vögeln weit höher ist, als dieselbe bei irgend einem Haarthiere zu sein pflegt, und daß sie hier bis 35° Reaumur erreicht, eine Wärme, welche nicht allein, wie wir vorhin gesehen haben, zur Leichtigkeit des Vogels viel beiträgt, sondern auch beim Ausbrüten der Eier von der größten Wichtigkeit ist. — Das Blut der Vögel ist sehr wenig von dem Blute der Haarthiere verschieden; aber die in demselben enthaltenen Blutkörperchen (Fig. 418) oder sogenannten Blutkügelchen sind nicht kreisrund wie bei jenen, sondern eiförmig — ein Unterschied, welcher genügt, um unter einem Vergrößerungsglase jeden Tropfen Vogelblutes als solches zu erkennen.

Aussonderung. — Um die Darstellung des Ernährungsvorganges und des Umlaufes der Säfte im Körper des Huhnes zu vervollständigen, müssen wir auch noch die Aussonderung theils der besondern, im Körper nothwendigen Säfte, theils der im Körper unbrauchbar gewordenen und zur Entfernung aus demselben bestimmten Stoffe kennen lernen. Im Munde des Vogels liegen unter der Zunge Haufen kleiner Drüsenbläschen, die Speicheldrüsen, welche die wichtige Flüssigkeit absondern, nach welcher sie benannt werden. Von den Drüsen des Drüsenmagens, welche den Magensaft ausscheiden, war bereits die Rede. Den Hauptmagen umgibt, ähnlich wie beim Menschen, die Leber (Fig. 416), welche hier sehr groß ist, und theils in der Brust-, theils in der Bauchhöhle liegt. Dieses Drüsengebilde ist in zwei Lappen getheilt, aus deren jedem die Galle in einem Hauptgallengange dem Dünndarme gleich unterhalb des Magens zugeführt wird. Ein Theil dieser Flüssigkeit sammelt sich auch in einer Gallenblase, welche noch eine besondere Abflußöffnung in den Darm besitzt. Die Bauchspeicheldrüse umgibt den Gallendarm (Zwölffingerdarm) als ein ziemlich langes, enges und zertheiltes Organ. — Zu den für den Körper nützlichen Drüsenprodukten gehört noch die Thränenfeuchtigkeit, welche von einer Thränendrüse am Auge, ganz ähnlich wie beim Menschen, jedoch nicht unter dem Einflusse von Gemüthsbewegungen abgesondert wird, und ferner das fette Oel, welches sich fortwährend in der auf dem Ende des Rückens befindlichen Bürzeldrüse oder Fettdrüse ansammelt. Dieses Oel dient dem Vogel zur Einölung seines Gefieders, welche er mit Hülfe des Schnabels vollbringt, indem er mit diesem die Bürzeldrüse drückt und dann die Federn putzt und theilweise durch den Schnabel zieht. Durch eine solche Einölung erhält sich sein Kleid in schönem Zustande und wird zugleich gegen Nässe geschützt. — Die festen und schleimigen Stoffe, deren sich der Körper entledigen will, werden theils als Darmschleim von den Darmhäuten ausgesondert und bilden, mit den unverdaulichen Ueberresten der Nahrung vermengt, den Koth der Vögel, theils werden sie, in Wasser aufgelöst, durch die am Rückgrat liegenden Nieren abgeschieden, welche in ihrer Substanz mehr, als in ihrer ganz gleichen Verrichtung, von derjenigen der Haarthiere abweichen. Vergeblich aber suchen wir

beim Huhne und bei allen Vögeln eine Blase, in welcher die von den Nieren ausgeschiedene Flüssigkeit sich ansammeln könnte, bevor sie auf dem natürlichen Wege ihren Abfluß findet. Die von den Nieren auslaufenden Leitungsröhren münden sich unmittelbar in den letzten Theil des Darmes, die sogenannte Kloake, und lassen mit dem Kothe zugleich ihr dickflüssiges, milchweißes Produkt, welches fast einzig aus Harnsäure besteht, aus diesem austreten.

Empfindungsorgane. — Auch die Organisation des Gehirnes und der Sinneswerkzeuge der Vögel wollen wir noch an dem Beispiele des Huhnes kennen lernen. Oeffnen wir die Hirnkapsel desselben, so finden wir darin eine nicht geringe Gehirnmasse. Allein dieselbe unterscheidet sich sehr wesentlich von der Beschaffenheit, welche wir beim Menschen und bei den Haarthieren kennen lernten. Zwar erkennt man sogleich auch hier (Fig. 419) einen vorderen großen und einen hinteren, kleinen Gehirntheil. Aber die beiden Halbkugeln des ersteren sind glatt, ganz ohne Faltungen und Windungen, welche bei den Haarthieren die Oberfläche desselben vermehren, und deren Ausbildung mit den geistigen Fähigkeiten der Thiere in so genauen Verhältnissen zu stehen scheint. Während bei den Haarthieren ferner die Seitenlappen des kleinen Gehirnes stets vorherrschend größer sind, bleiben dieselben beim Vogel völlig zurück gegen den größeren Mittellappen, dessen Masse auf ihrer Oberfläche eine Anzahl querlaufender Faltungen zeigt. Beim großen Gehirne fehlt der verbindende Theil, welchen man den Balken zu nennen pflegt, eben wie wir es bei den Ameisenigeln und Schnabelthieren fanden, gänzlich. Dagegen sind die beim Menschen so kleinen und ganz zwischen dem großen und kleinen Gehirne verborgenen Sehhügel, so genannt, weil unter ihnen die Augennerven ihren Ursprung nehmen, so ungeheuer entwickelt, daß sie zu beiden Seiten bedeutend hervorragen. Es ist wichtig, zu wissen, daß die so auffallende Entwicklung dieser Organe wirklich mit einer fast unglaublichen Ausbildung des Sehvermögens bei den Vögeln verbunden ist. Eine besondere Merkwürdigkeit des Gehirnes der Vögel ist noch der Umstand, daß die einzelnen Ballen desselben in ihrem Innern hohle Räume enthalten. — Das Rückenmark, welches beim Vogel wegen der Länge des Halses sehr lang ist, verläuft übrigens ganz wie bei den Haarthieren. Dasselbe hat jedoch an den beiden Punkten, an welchen die Arm- und Beinnervenpaare von ihm abgehen, deutliche Anschwellungen. Beim Huhne, dessen Beine offenbar besser dienen, als seine fast untauglichen Flügel, ist die hintere Anschwellung die merklichere. Wir finden dasselbe bei allen Vögeln, deren Hintergliedmaßen gegen die vorderen bevorzugt sind, sowie der entgegengesetzte Fall stattfindet bei denjenigen, welche ausgezeichnet vollkommene Flügel besitzen.

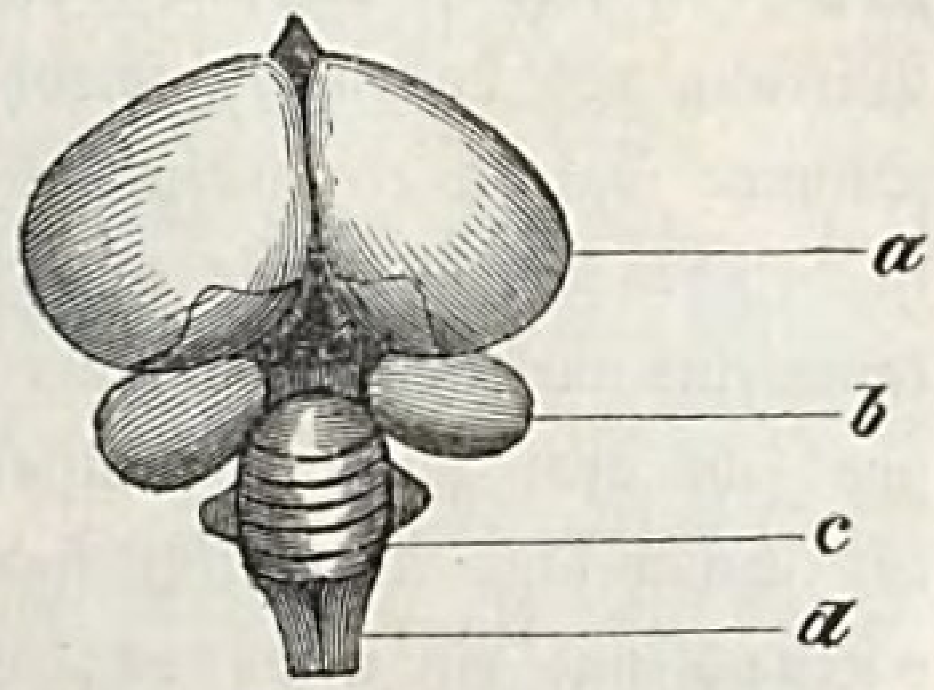


Fig. 419. Das Gehirn eines Huhnes.*

* *a* Die großen Halbkugeln; *b* die Sehhügel; *c* das kleine Gehirn; *d* das verlängerte Mark.

Von den Sinnen fehlt der Tastsinn dem Huhne ganz. Es gibt auch wenige Vögel, bei denen eine geringe Spur dieses Sinnes vorhanden sein kann, da die Feder- und Hornbedeckung alle Theile des Körpers gegen die zarteren Eindrücke

der Berührung mehr oder weniger abstumpft. Auch der Geschmack kann nicht vorhanden sein, da die Zunge hornig ist und keine Nervenpapillen sich auf derselben zeigen. Bei wenigen Vögeln ist es anders. Der Geruchssinn dieser Klasse von Thieren wird gewöhnlich sehr hoch geschätzt, indessen zeugt die Einrichtung der nicht vortheilhaft umschlossenen Nase, in welcher nur drei knorplige Muscheln die Ausdehnung der Schleimhaut und somit den Raum zur Ausbreitung der Verzweigungen der Geruchsnerven vermehren, und deren geringer Raum mit keiner Stirnhöhlung in Verbindung steht, sicher genug vom Gegentheile. Vollkommen ist das Gehör eingerichtet. Zwar fehlt das äußere Ohr; aber eine offene häutige Röhre führt zwischen dem Quadratbeine und einem Vorsprunge des Hinterhauptsbeines hindurch in das vom Felsbeine umschlossene innere Gehörwerkzeug, welches jeden Ton lebhaft empfindet. Die Unruhe und Wachsamkeit des Hahnes, die schnelle Wirkung des Lockrufes, sowohl der Hühner unter einander, als auch des an der Stimme sogleich erkannten Pflegers, sind sichere Beweise dafür. Der Gesichtssinn ist bei den Vögeln, wie es scheint, in einem Grade entwickelt, von welchem wir uns kaum eine wirkliche Vorstellung zu machen vermögen. Die Sehwerkzeuge, die Augen, sind sehr groß im Verhältnisse zum Kopfe und liegen in einer gewaltigen Höhlung des Schädels. Aeußerlich sind dieselben geschützt durch drei Augenlider, ein oberes und ein unteres, welche undurchsichtig sind, und noch ein drittes senkrecht stehendes, welches vom inneren Augenwinkel her sich über das Auge schieben kann, ohne demselben das Licht zu rauben, und ganz durchsichtig ist. Die innere Einrichtung des Auges ist sehr ausgezeichnet. Von der sehr dicken Netzhaut zieht sich zur Krystalllinse hin eine beutelförmige, fächerartig gefaltete Haut, der Kamm oder Fächer genannt, welcher eine bedeutende Vermehrung der Sehoberfläche darbietet, indem er selber ein Nervengewebe ist. Dieser Fächerkamm hat beim Huhne achtzehn Faltungen. Die Pupillaröffnung ist stets rund; die Irishaut kann nach Erforderniß des Lichtes sehr stark zusammengezogen oder ausgedehnt werden. Die undurchsichtige Sklerotika enthält einen Ring von platten Knochenstückchen, welche derselben große Festigkeit verleihen. Es ist dem Vogel möglich, durch einen Druck vermittelst dieses Knochenringes auf den flüssigen Inhalt des Auges die Wölbung der großen und durchsichtigen Hornhaut zu vermehren oder zu vermindern, und somit nach Belieben bald kurzsichtig, bald weitsichtig zu sein. Wir können hieraus begreifen, wie die Henne, indem ihr Schnabel die Erde berührt, jedes Körnchen deutlich unterscheiden, und wie sie im nächsten Augenblicke den Habicht, welcher als ein fast unsichtbar kleines Pünktchen hoch in den Lüften kreist, unfehlbar erkennen und ihre Küchlein warnend herbeilocken kann. Und doch sind die Hühner noch keineswegs die bevorzugtesten Vögel in Hinsicht dieses Sinnes.

Fortpflanzung. — Höchst wichtig ist die Fortpflanzung der Vögel, für welche das Huhn wiederum ein ausgezeichnetes Beispiel gibt. Jeder Vogel legt Eier, d. h. er gibt die Keime zu jungen Thieren, welche in ihm vorhanden sind, mit den zur Entwicklung derselben nothwendigen Nahrungssäften umhüllt und in eine kalkreiche Schale eingeschlossen, von sich. Die Jungen entwickeln sich in den Eiern durch den Einfluß der Wärme, welche denselben durch das Bebrüten von

der Körperwärme des Vogels mitgetheilt wird. Die Keime zu den Eiern, welche ein Vogel in seinem Leben legen kann, trägt derselbe schon im Voraus bei sich. Dieselben bilden im Körper der Henne unter der Mitte des Rückgrates ein sehr bedeutendes Eingeweide, den sogenannten Eierstock (Fig. 419, a), an dessen häutigem Strange dieselben, wie Beeren an einer Traube durch gefäßreiche Fasern befestigt, hangen. Zwar sind die eigentlichen Keimbläschen so klein, daß man dieselben mit bloßem Auge nicht zu erkennen vermag; allein man findet an jedem Eierstocke einer erwachsenen Henne bereits eine ziemliche Zahl von solchen, welche sich mit einer kleineren oder größeren Dotterkugel umhüllt haben. Der Dotter ist eine zur Ernährung des Eikeimes bestimmte, aus Oel, Eiweiß, Schleim und Wasser bestehende Masse, welche sich innerhalb einer der feinen, das Eikeimbläschen umschließenden Häute ansammelt und diese selber bedeutend ausdehnt. Sobald ein Ei in diesem Zustande die nöthige Ausbildung erreicht hat, um gelegt werden zu können, trennt es sich von dem Eierstocke. Man erkennt dann an dem gelben und sehr großen Dotter das eigentliche Keimbläschen als eine kleine weißliche, halb klare Blase, welche auch wohl die Narbe genannt wird, weil allerdings hier der Dotter sich von dem Eierstocke ablösen mußte. Dieses Bläschen schwimmt im Dotter stets oben. Wenn der Dotter kaum sich losgelöst hat von dem Eierstocke, so erkennt man mit guten Augen oder einem Vergrößerungsglase in seiner äußeren Haut schon feine Blutgefäße, die sich wie ein Netz auf derselben verzweigen. Der Dotter befindet sich nun zunächst in einem ausdehnbaren, häutigen Schlauche, dem sogenannten Eierleiter oder Oviduct, welcher sich in die Kloake mündet. Innerhalb des Eierleiters sondert sich um den Dotter das Eiweiß aus, und zwar wieder innerhalb einer besonderen feinen Haut, von welcher man zuvor nichts wahrnahm, welche jedoch, während sie aus den Wandungen des Eierleiters die Eiweißstoffe einsaugt, sich bedeutend verstärkt und vergrößert und sogar in mehre Hautlagen sondert. In der äußersten von diesen Häuten lagert sich schließlich eine ziemliche Menge von Kalkschleim ab, welche erst, nachdem das hiemit fertige Ei weiter gerückt und durch die Kloake ausgetreten, oder wie wir sagen, gelegt ist, völlig erhärtet. So ist also in einem fertigen Ei unter der kalkigen Schale zunächst die Eiweißhaut vorhanden, welche das Eiweiß umhüllt; darin schwimmt der Dotter von einer doppelten Haut umschlossen, und in diesem schwebt, stets der Oberseite zugekehrt,

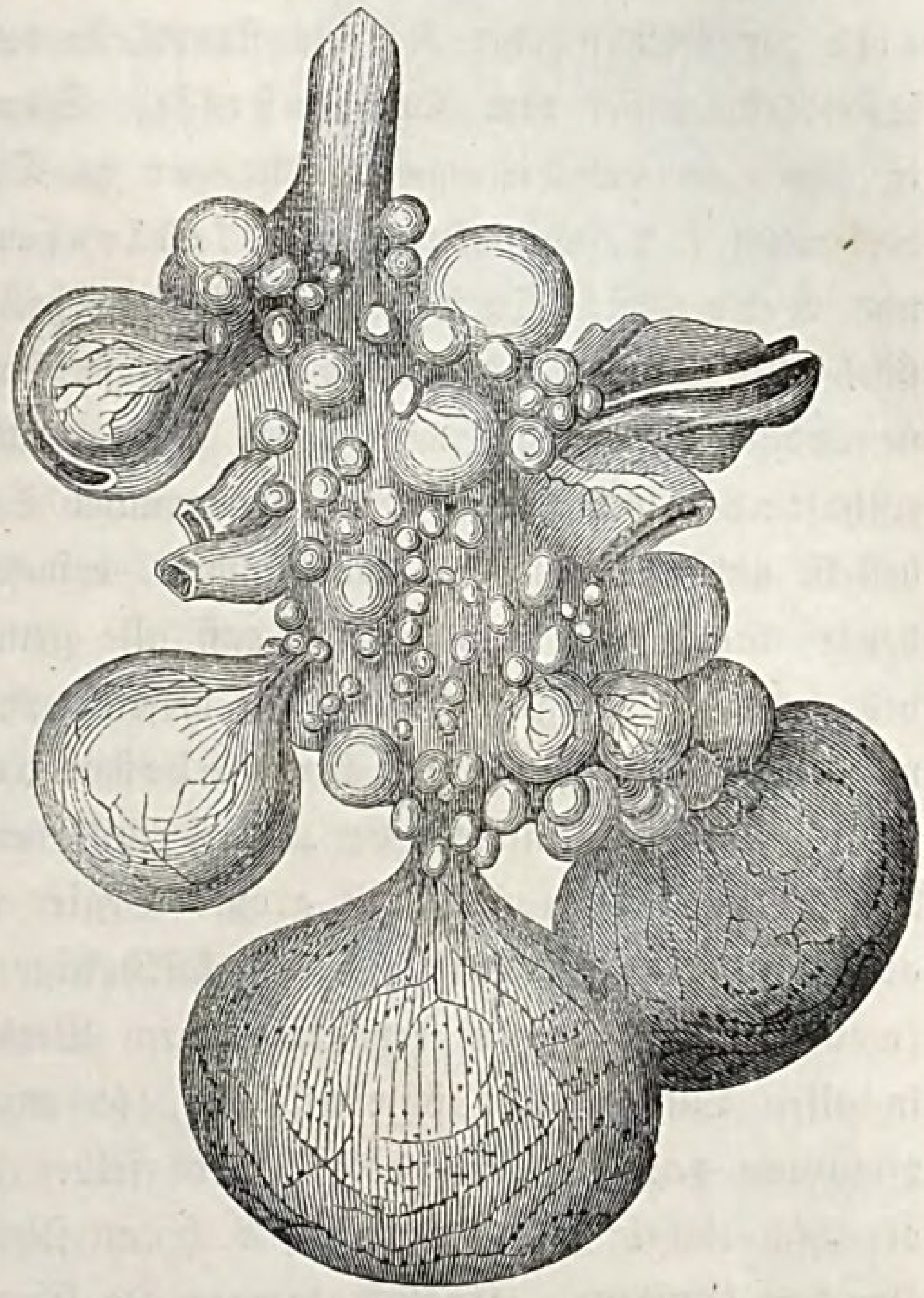


Fig. 419. a. Der Eierstock des Huhnes.

das Keimbläschen. Es ist von großer Wichtigkeit für den Erfolg der Bebrütung, daß der Dotter und auf ihm stets das Keimbläschen im Ei zuoberst schwimmt, denn hiedurch wird dieser Theil stets der Einwirkung der Körperwärme des brütenden Thieres zunächst ausgesetzt. Der Dotter und das Eiweiß enthalten alle zur Bildung der Körperbestandtheile des jungen Thieres nöthigen Stoffe, besonders, außer dem Kohlenstoffe, Sauerstoffe und Wasserstoffe, welche in ihnen in verschiedenen Mischungen zu Oel, Eiweißstoff, Schleim und Wasser verbunden sind, auch Kochsalz, kohlensaure und phosphorsaure Kalkerde und Schwefel. Dieser letztere Bestandtheil ist es, welcher bei der Fäulniß eines Eies durch Bildung von Schwefelwasserstoffgas (Hydrothionsäure) den bekannten unerträglichen Gestank verursacht, durch welchen faule Eier an das, denselben Stoff enthaltende, Mineralwasser der sogenannten Schwefelbrunnen erinnern. Die Eischale besteht aus Schleim und kohlensaurer, besonders aber phosphorsaurer Kalkerde. Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß alle genannten Stoffe nur in so fern im Körper des Huhnes erzeugt werden, als dieselben durch diesen ihre eigenthümliche Zusammenmischung erfahren. Die Grundbestandtheile, durch deren Mischung dieselben gebildet werden, nimmt der Vogel mit der Nahrung und Athmung zu sich. Die Hennen fressen auch mit großer Begier reine Kalkstückchen. Entzieht man ihnen aber sorgsam allen Kalk und alle kalkhaltige Nahrung, auch alles kalkhaltige Wasser (was übrigens wegen der allgemeinen Verbreitung von Kalk in den Pflanzen und in allen Quellen sehr schwierig ist), so entzieht die Natur zu Gunsten der Fortpflanzung den Knochen des Körpers selber den Kalk, und man findet solche Hühner oft nach einiger Zeit rhachitisch, d. h. an sehr verdünnten und gleichsam ausgezehrten Knochen krankend. Endlich werden die Eier in diesem Falle ganz dünnschalig und nur mit einer pergamentartigen Haut umgeben gelegt. — Die Eierschale eines gesunden Eies ist porös und läßt Luft in das Innere des Eies dringen, nach Bedürfniß des jungen Thieres, welches freilich in der ersten Zeit noch nicht vermittelst einer Lunge, sondern vermittelst einer äußeren Hautblase athmet. Aber eine geringe Menge von Luft befindet sich sogar immer schon unter der Eischale am stumpfen Ende des Eies eingeschlossen. Daß bei der Bebrütung nichts anderes, als die Wärme allein wirksam ist, um die Entwicklung des Eikeimes zu einem jungen Thiere zu veranlassen, ist dadurch sicher erwiesen, daß man auch vermittelst der Ofenwärme Eier ausbrüten kann, was in manchen Ländern im großartigsten Maßstabe betrieben wird. Das ganze Brütegeschäft dauert bei einem Huhne, welches auch in dieser Beziehung zwischen den äußersten Verschiedenheiten der Vögel ziemlich die Mitte hält, einundzwanzig Tage. Schon nach zwölf Stunden der Bebrütung zeigen sich die ersten Spuren der Entwicklung im Keime. Man erkennt die Längsrinne des Rückenmarkskanales und, freilich noch sehr unbestimmt, eine dichtere Stelle da, wo der Kopf des Küchleins später sich zeigen wird. Noch vor Ablauf des ersten Tages lassen sich Querlinien erkennen, welche die Zellen für die Bildung der Wirbel andeuten (Fig. 420). In der sechsunddreißigsten Stunde zeigt sich die Wirbelsäule noch entschiedener angedeutet in einer Doppelreihe kleiner Kügelchen zu beiden Seiten des Rückenmarkes; auch beginnen die Ansätze zu den Armen und die an ihrer matten Farbe erkennbaren Venen des Nabels sich zu zeigen. Der

Embryo beginnt sich am Vorder- und Hinterende von dem Dotter zu sondern, und umhüllt sich mit der Amniosblase. Auch die Allantois entwickelt sich unmittelbar hiernach ganz in der Weise wie beim Embryo eines Haarthieres (Seite 159). Der Hals und die Brust sind schon vorgezeichnet, und an dem größer gewordenen Kopfe sieht man die Umrisse der Augen, bei denen man sogleich drei verschiedene Häute unterscheidet; das Herz klopft und schon sind Adern in reichlicher Menge vorhanden, in denen das Blut umläuft. Die Venen, welche mit den ersten Anfängen des Darmsystemes in Verbindung stehen, ziehen die Nahrungssäfte aus dem Dotter. Da aber die Leibeshöhle noch wenig umschlossen ist, so zuckt das Herzchen noch bei jedem Schlage aus der offenen Brust hervor. Alles dieses, mit Ausnahme der Zuckungen des Herzschlages, nimmt man freilich nur mit Hülfe eines Vergrößerungsglases wahr, allein nichts desto weniger ist doch die, ursprünglich so kleine Keimblase jetzt bereits ziemlich gewachsen. Das Venennetz, welches den Dotter umspinnt, ist sehr deutlich geworden. Alle Adern laufen im Keimbläschen zusammen und führen das Blut durch einen Nabelstrang in den Embryo. Ein Theil des Dotters wird von dem letzteren umhüllt und dermaßen in die sich bildende Bauchhöhle aufgenommen, daß er fast von der übrigen Hauptmasse getrennt wird. — Etwas später beginnen deutliche Adern, unter denen die Venen und Arterien zu erkennen sind, sich über den vorderen Theil des Rückenmarkes auszubreiten, welcher nun anschwillt und das Gehirn darstellt. Es krümmt sich der Rückgrat, dessen Gelenke sichtbar zu werden anfangen, und die Augen machen sich durch ihre Größe und dunkle Farbe sehr bemerkbar. Am vierten Tage (Fig. 421) ist schon die Pupille eben so gut zu unterscheiden als die verschiedenen Flüssigkeiten im Auge. Das Gehirn besteht um diese Zeit aus fünf blasenartigen Anschwellungen, von denen die beiden vorderen die größten sind. Die Arme sind schon ziemlich gewachsen, und auch die Hintergliedmaßen beginnen sich zu zeigen, sowie im Innern der offenen Leibeshöhle Magen, Darm und Leber sichtbar werden. Das junge Thier ist an diesem Tage etwa 4 Linien lang. Vom Nabel aus verbreitet sich die mit Gefäßen durchwobene Allantois so rasch, daß sie einige Tage später die ganze

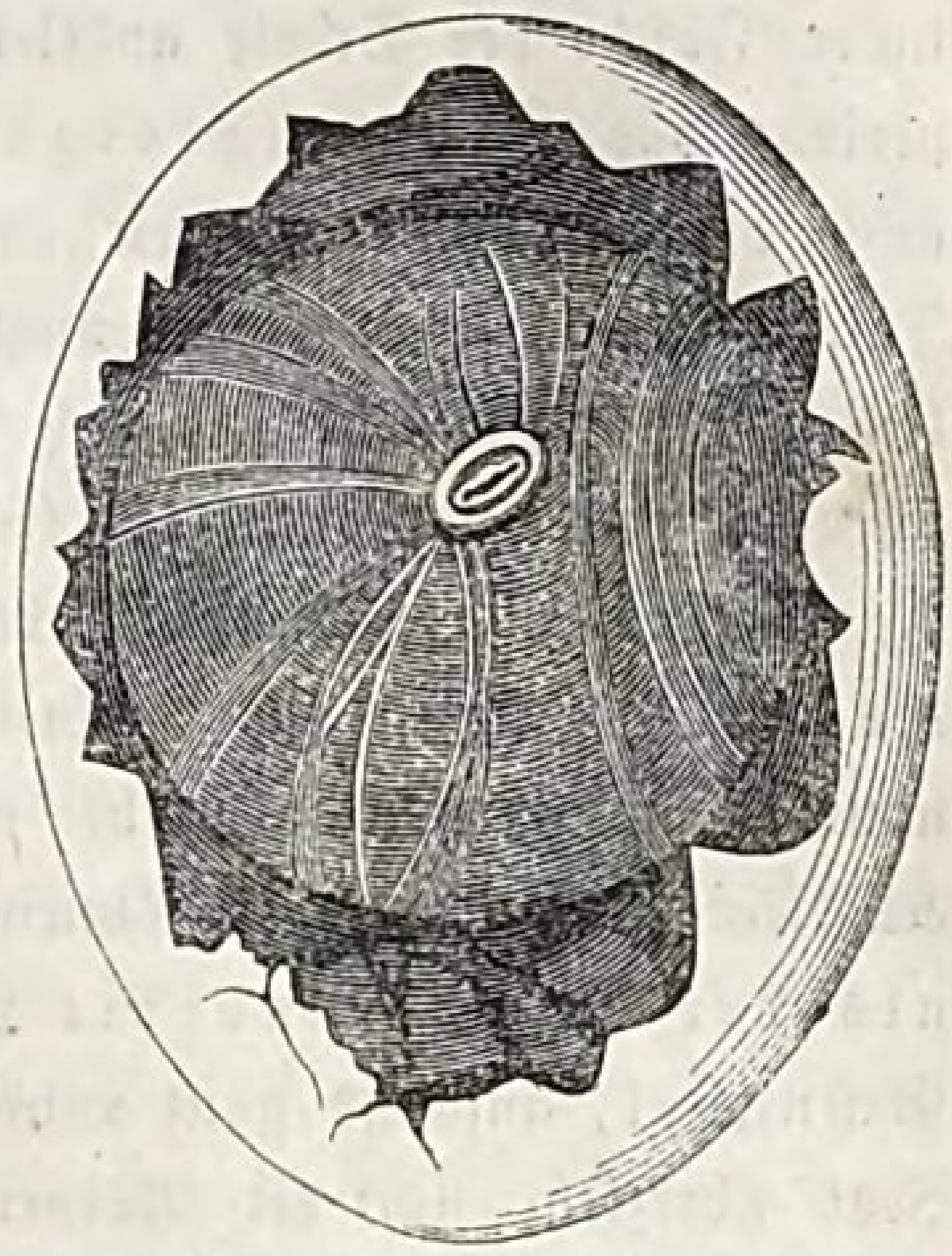


Fig. 420. Ein bebrütetes Hühnerei in der dreizehnten Stunde.

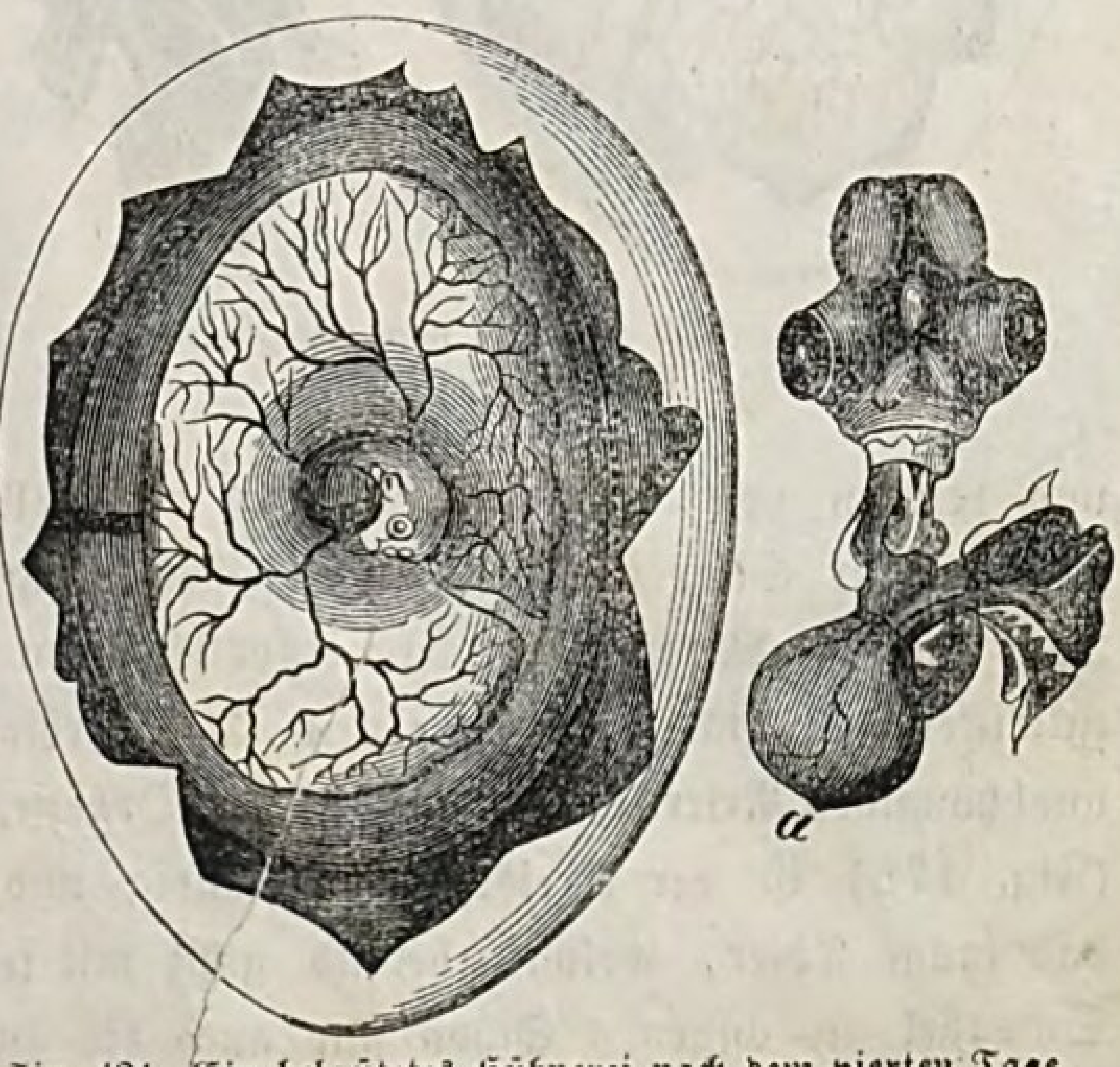


Fig. 421. Ein bebrütetes Hühnerei nach dem vierten Tage. a Der Embryo vergrößert.

innere Fläche der Schale auskleidet. Diese Haut ist während der ganzen Embryonalperiode das Athmungsorgan des Küchleins. Am fünften Tage beginnt zwar auch die Bildung der Lungen, welche aber wegen der Flüssigkeiten, welche das Thierchen noch vor jedem unmittelbaren Luftzutritte bewahren, noch keinen Dienst leisten können. Jetzt ist auch schon das Herz von einer dünnen Brusthaut umschlossen und es beginnt die Entwicklung von Muskeln. Am sechsten Tage wird die Gallenblase an der Leber sichtbar und auch Spuren willkürlicher Bewegung des Embryo lassen sich wahrnehmen. Die Leber, welche anfangs weißlich war, nimmt eine bräunliche Farbe an und hat also ihre Verrichtung begonnen. Das Küchlein ist nunmehr 7 Linien lang, der Kopf allein beträgt aber mehr als der Rumpf und die Größe der Augen ist außerordentlich. Der Schnabel, anfangs ganz rund und stumpf, läßt sich am siebenten Tage erkennen. Jetzt überzieht sich der Körper auch überall mit Haut, in welcher die Federkeime sogleich erscheinen. Am achten Tage (Fig. 422) ist es nicht mehr schwer, die Gestalt des Gehirnes, des Schnabels, der Arme und Beine zu erkennen; aber alle diese Theile sind noch weich und schleimig. Das Herz hat nun schon ganz seine Vollkommenheit, zwei Herzkammern und zwei Vorkammern und seinen regelmäßigen Doppelschlag. Am neunten Tage beginnen die Knochen sich zu bilden

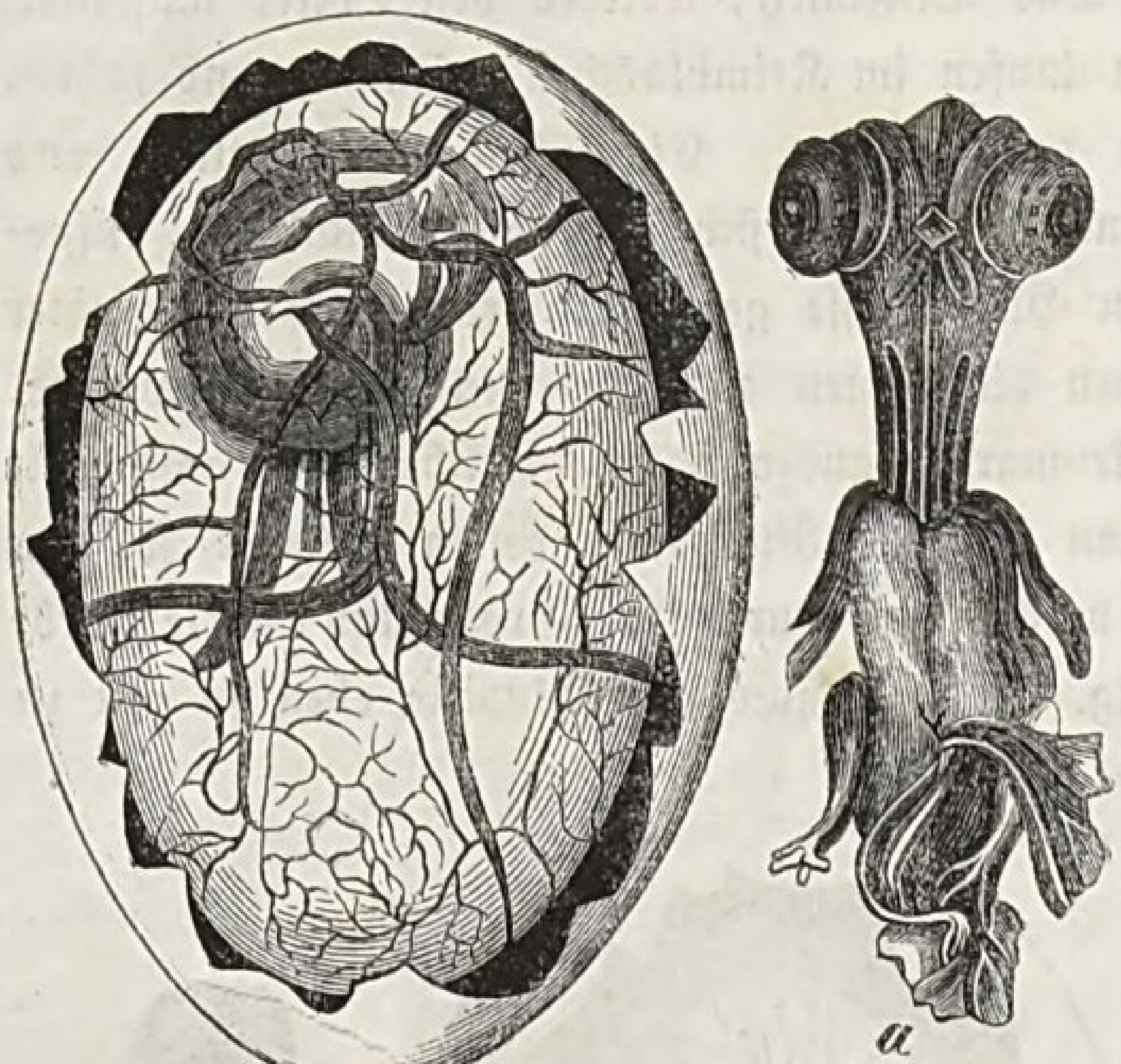


Fig. 422. Ein bebrütetes Hühnerei nach dem achten Tage. a Der Embryo vergrößert.

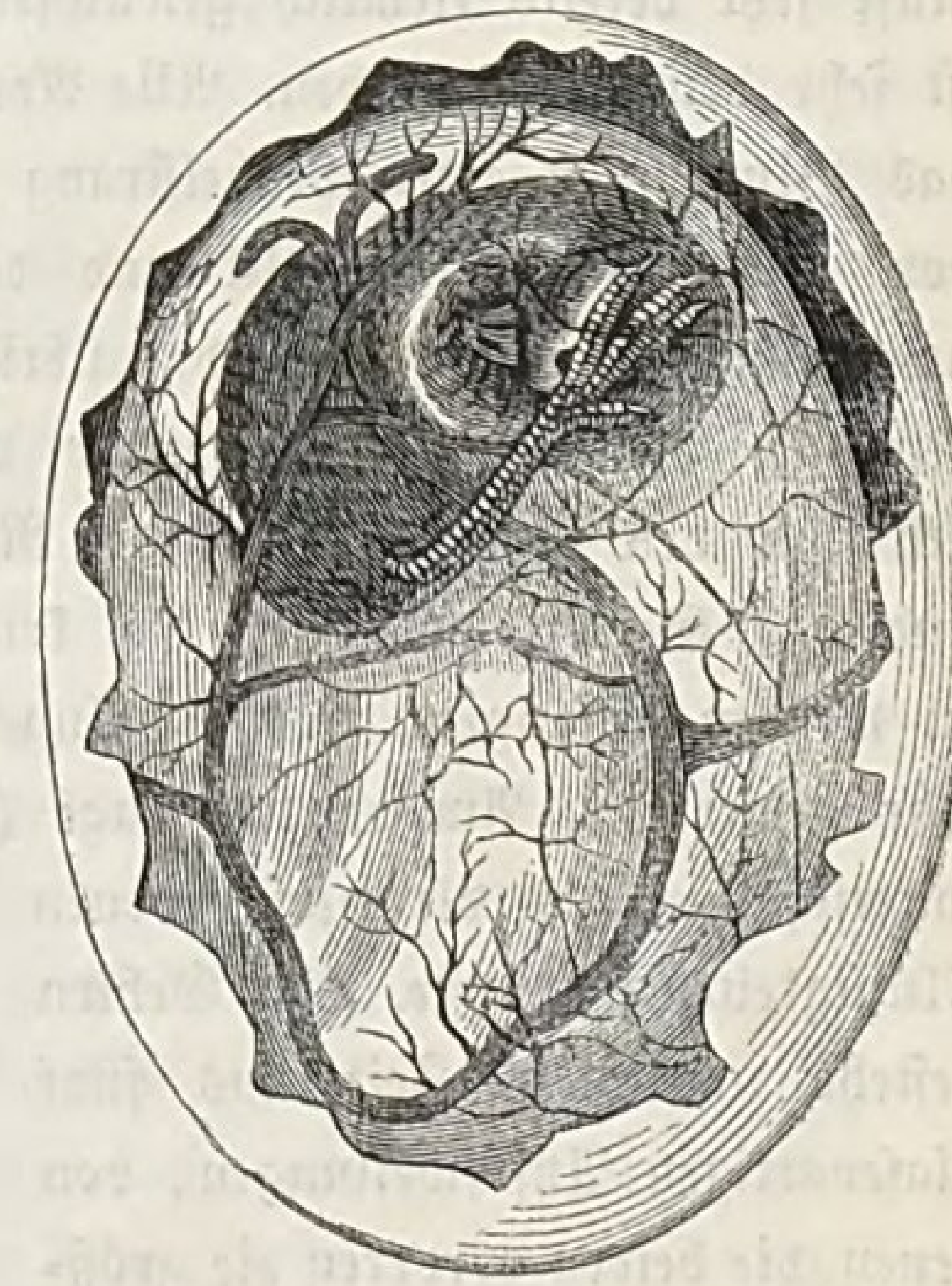


Fig. 423. Ein bebrütetes Hühnerei am dreizehnten Tage.

und werden von bestimmten Punkten aus gelblich. Gleich jetzt schon erkennt man auch in der Sklerotika des Auges einen Ring von festen Pünktchen. Am zehnten Tage sind die Muskeln der Flügel vollkommen vorgebildet und die Keime der Federn entwickeln sich stärker. Am elften Tage verbinden sich die früher noch vom Herzen unabhängigen Arterienadern mit diesem Organe. Am zwölften oder dreizehnten Tage (Fig. 423) ist der Kreislauf vollständig und schon am vierzehnten Tage vermag das junge Thier, welches bereits ganz mit feinen Flaumpinselchen bedeckt ist, den Schnabel zu öffnen. Schon sind auch die Hornschilder an den ganz ausgebildeten Füßen deutlich. Noch aber kann das Thierchen nicht außerhalb des Eies am Leben

bleiben. Das Eiweiß hat sich schon sehr vermindert und ist zum Wachsthume des Thieres von den vielen und dicken Adern eingesogen, in welchen dasselbe sich in Blut verwandelt und zum Körper des Küchleins hinströmt. Oeffnet man um diese Zeit die Eischale, so ist die Haut, welche das Eiweiß einhüllt, mit zahllosen Venen und Arterien so sehr überzogen, daß man kaum das Küchlein innerhalb dieser Hülle erkennt. Die scharlachrothen Adern sind die Allantoisvenen, welche das frische Blut zum Körper hinführen, wie später die Lungenvenen zum Herzen, die dunkelviolletten aber sind die Allantoisarterien, welche das verbrauchte Blut aus dem Körper ausführen, damit es hier neu gesäuert werde. In den folgenden Tagen wird nun auch allmählig der Dotter, mit dem Eiweiß vermischt, völlig verbraucht, und die das Thierchen umgebenden Häute schwinden mehr und mehr, indem sie selber vom Blute allmählig eingesogen werden, so daß auch das letzte Anhängsel des Nabels verschwindet. Das Amnioswasser verdunstet größtentheils durch die Schale. Der junge Vogel ist nun so groß, daß er den ganzen inneren Raum des Eies allein ausfüllt; er liegt ganz zusammengekrümmt darin (Fig. 424). Wie viele Luft durch die Schale eindringe, läßt sich daraus schließen, daß das Thier am neunzehnten Tage schon piepende Töne hervorzubringen vermag. Ungefähr am einundzwanzigsten Tage durchbricht das Hühnchen senie Schale mit Hülfe einer Hornspitze des Schnabels, welche bald hernach abfällt, und schlüpft heraus. Es ist sogleich fähig zu laufen und seine Nahrung zu picken; aber fliegen kann es noch lange nicht; denn noch sind die Knochen mit Säften gefüllt, und die Schwungfedern fehlen noch gänzlich.

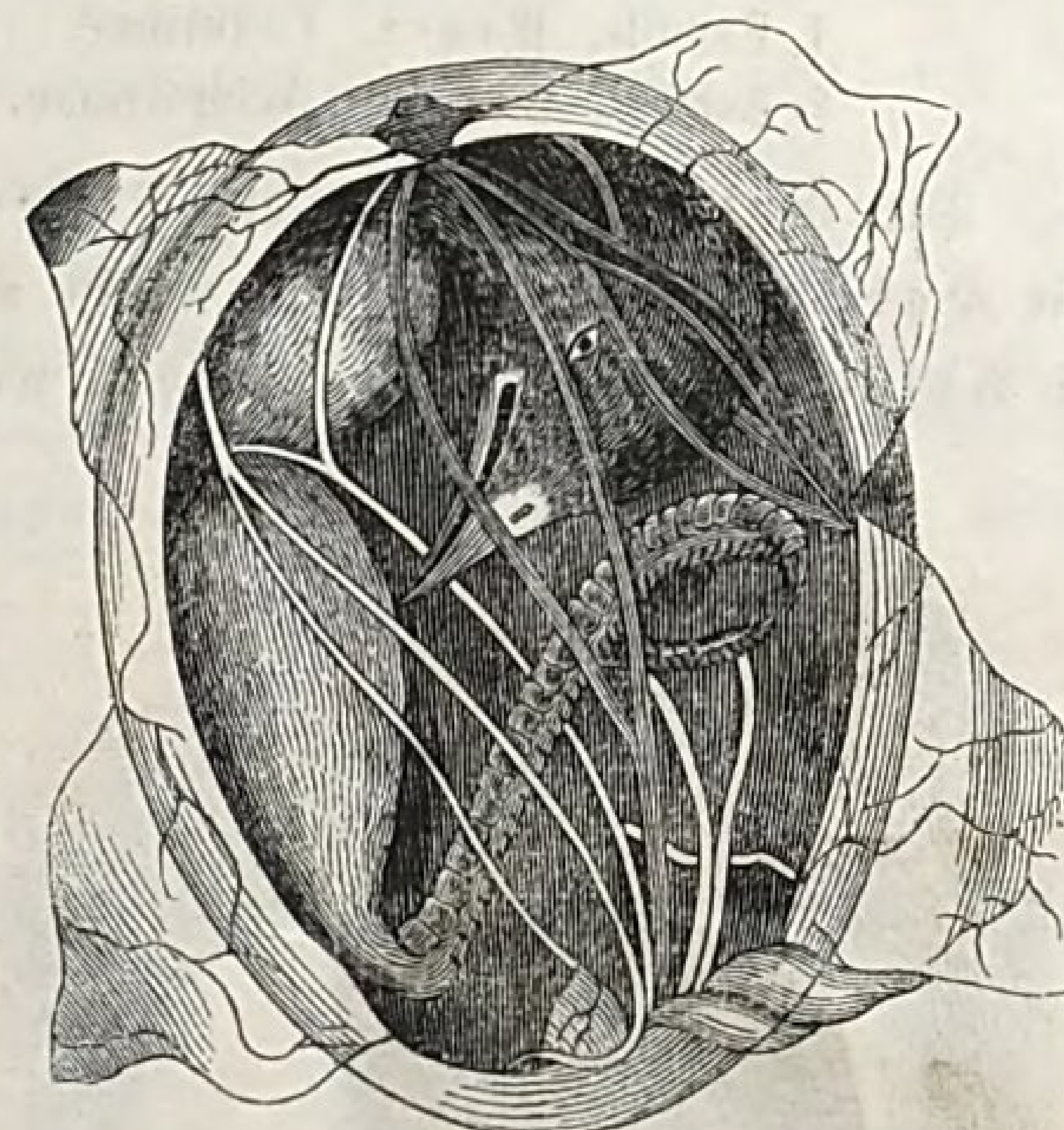


Fig. 424.
Ein bebrütetes Hühnerei am achtzehnten Tage.

Uebereinstimmung im Bau aller Vögel.

Alles, was im Obigen über die Körpereinrichtung und die Lebensweise des Huhnes gesagt worden, gilt im Allgemeinen auch von allen übrigen Vögeln. Wir wollen bei der Betrachtung der einzelnen Ordnungen, in welche wir die Tausende verschiedener Arten, welche man auf der Erde antrifft, nach den Haupteigenthümlichkeiten ihrer Lebens- und Ernährungsweise, und nach den damit im Einklange stehenden körperlichen Merkmalen in ähnlicher Weise sondern können, wie dieses bei den Haarthieren geschah, die vorkommenden Abweichungen, so weit sie uns von Interesse sind, näher kennen lernen.

Uebersicht der Vögel.

A. **Luftvögel**, welche fliegend ihrer Nahrung nachgehen (Aves aëreae).
1. Ordnung: Raubvögel. Rapaces. 2. Ordnung: Singvögel. Passerinae.
3. Ordnung: Klettervögel. Scansores.

B. **Erdvögel**, welche auf dem Boden ihre Nahrung suchen (Aves terrestres).
4. Ordnung: Hühnervögel. Gallinae. 5. Ordnung: Laufvögel. Cursores.

C. **Wasservögel**, welche am Wasser ihre Nahrung suchen (Aves aquaticae).
6. Ordnung: Stelzvögel. Grallae. 7. Ordnung: Schwimmvögel. Palmipedes.

Erste Ordnung.

Die Raubvögel. Rapaces.

Uebersicht.

1. Unterordnung. Tagraubvögel.
1. Familie. Geyer. Vulturinae.
2. Familie. Falken. Accipitrinae.

2. Unterordnung Nachtraubvögel.
3. Familie. Eulen. Strigidae.

Die Raubvögel sind die Fleischfresser unter den Federthieren. Die Habichte und Sperber, welche uns so oft die Hühner und Tauben morden, die Adler (Fig. 425) und Geyer, welche auch die Lämmer der Schafherden



Fig. 425. Der weißköpfige Fischadler (Pandion Haliaëtus). $^1/_8$ d. nat. Gr.



Fig. 426. Die Schleiereule (Strix flammea). $^1/_4$ d. nat. Gr.

nicht verschonen, und die im Dunkel der Nacht den Singvögeln wie den Feldmäusen nachstellenden Eulen (Fig. 426) sind allbekannte Beispiele solcher blutgierigen Thiere, deren Arten sehr zahlreich sind. Diese sind die stärksten von allen Vögeln, und manche von ihnen müssen auch zu den allergrößten gerechnet werden, wie der Kondor (Sarcoramphus gryphus) in Südamerika, welcher 5 Fuße lang wird,

und der Bart- oder Lämmergeyer (Fig. 430) der Alpen, welcher fast dieselbe Größe erreicht. Nur wenige bleiben unter mittlerer Größe, wenn man die verschiedenen Größenverhältnisse aller Vögel vergleicht. Im Uebrigen zeigen die mannigfaltigen Gattungen von 5 Fußen bis zu ½ Fuß die abweichendsten Unterschiede. Merkwürdig ist der Umstand, daß bei den Geyern und den Falken die Weibchen um ein Drittel größer zu sein pflegen als die Männchen. Die bei fast allen Raubvögeln schöne, wohlgefällige Form des Körperbaues ist verbunden mit großer Kraft. Der Kopf ist verhältnißmäßig größer als bei andern Vögeln, zumal breiter, der Hals dagegen kürzer und gedrungener. Die Schultern sind bei allen, mit Ausnahme der Eulen, sehr breit; die Beine ebenfalls kurz, dem Halse entsprechend, wie die Bequemlichkeit beim Fressen es erfordert.

Ein kräftiger harthorniger Schnabel mit hakenförmig niedergebogener Spitze des Oberschnabels, welcher den Unterschnabel überragt, macht die Raubvögel fähig, Thiere zu zerreißen. Je größer und fester im Verhältniß zum Vogel, und je mehr dieses Werkzeug gleich von seinem Anfange vor der Stirn gekrümmt ist, desto blutdürstiger und verwegener pflegt der Vogel zu sein, während diejenigen, deren Schnabel anfangs gerade und nur am Ende umgekrümmt ist, sich oft mit dem Aase verendeter Thiere begnügen. Im ersteren Falle sind die eigentlichen Falken, weit weniger die Weihen (Fig. 427), Habichte, Bussarde; in letzterem die viel größeren Geyer (Fig. 428). Bei den Edelfalken (Fig. 429)

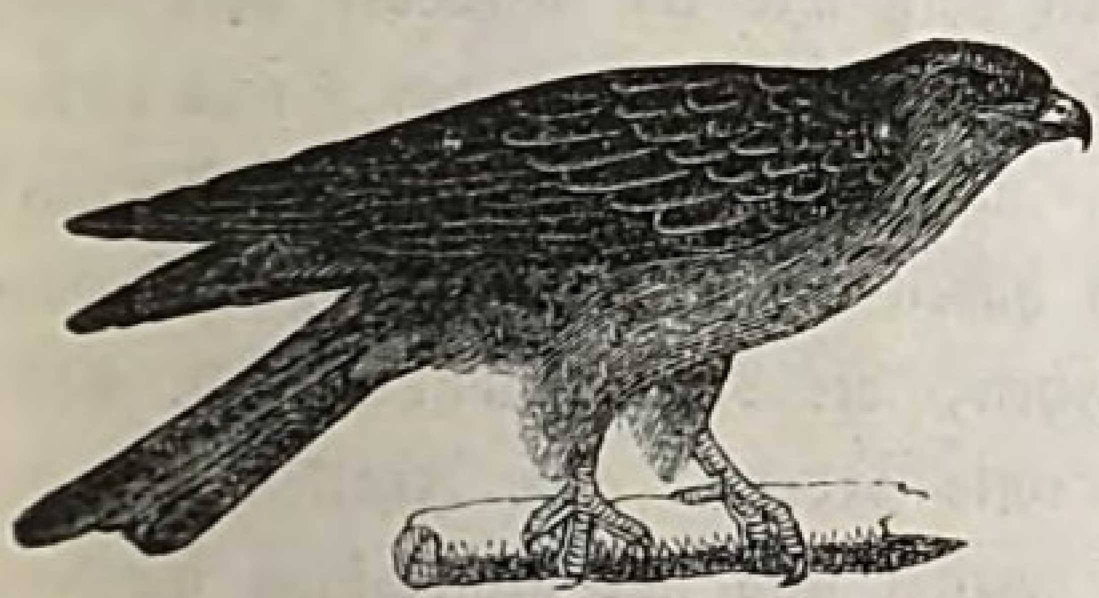


Fig 427. Die Gabelweihe (Milvus regalis). ⅛ d. nat. Gr.



Fig 429. Der Kopf des Wanderfalken (Falco peregrinus). — ¼ d. nat. Gr.



Fig. 428. Der weißköpfige Geyer (Vultur fulvus). $1/12$ d. nat. Gr.

hat der Oberschnabel jederseits einen Ausschnitt, wodurch der Rand hinter diesem als eine sägezahnartige Spitze stehen bleibt. Sehr krumm ist auch der Schnabel der Eulen, besonders der sogenannten Nachteulen. — Bei allen Raubvögeln ist die Hornhaut vor der Stirn weicher und dicker, von wachsartigem Ansehen, weßhalb diese Anschwellung die Wachshaut genannt wird. Dieselbe zeichnet sich meistens durch eine gelbe Farbe aus. Bei den Eulen ist sie unter vorstehenden Federn fast ganz versteckt. Die Wachshaut ist von den Nasenlöchern durchbohrt.

Der Tarsus der Füße ist bei den Raubvögeln, mit Ausnahme weniger, kurz und verhältnißmäßig dick, beim Kondor so dick wie das Handgelenk eines Mannes.

Die Zehen, deren drei nach vorn gerichtet sind, während die vierte nach hinten steht, sind zum Ergreifen und Festhalten lebendiger Beute stark genug und mit sehr festen, krummen und spitzen Krallen bewaffnet, von denen diejenige der Hinter- oder Daumenzehe und der inneren Vorderzehe die mächtigsten sind. Die Eulen, welche man auch unter dem Namen der Nachtraubvögel von den übrigen, den Tagraubvögeln, unterscheiden kann, sind im Stande, die äußere Vorderzehe nach hinten zu wenden, wodurch ihre Füße um so fester die Beute zu halten vermögen. Man nennt jene Zehe die Wendezehe. Die beiden äußeren Vorderzehen sind bei den Tagraubvögeln fester vereinigt, indem eine kurze Hautfalte sie in ihrem gemeinsamen Winkel zusammenhält. Die Habichtsadler oder Urubitinga (Harpyia urubitinga), welche in Afrika am flachen Strande nach Fischen jagen, haben ausnahmsweise ziemlich lange Tarsen und schwächere Zehen, und beim Sekretarvogel oder Schlangenadler (Serpentarius secretarius), welcher von Sumpfthieren lebt, besonders auch viele Schlangen vertilgt, sind die Tarsen so lang, daß dieses Thier aus der Ferne für einen Verwandten des Reihers gehalten werden könnte. Solche Abweichungen von dem allgemeinen Verhältnisse der Raubvögel erleichtern jenen Gattungen ohne Zweifel ihre besondere Lebensweise, und gewähren dem letztgenannten vielleicht auch noch einen Schutz gegen den Biß der Schlangen, durch deren Vertilgung er so vielen Nutzen stiftet. Denn seine Füße sind wie die der meisten Tagraubvögel schwer verwundbar, da bei allen feste Hornschilder dieselben panzern, welche den ganzen Fuß wie ein Netzwerk überziehen, auf der Vorderseite aber meistens breite Schienen bilden. Nur die Landadler (Aquila) haben fast bis zu den Zehen Federn, und die Fischadler (Haliaëtus) am halben Tarsus. Unter den Nachtraubvögeln haben die Schleiereulen Federn am Tarsus und federartige Haare auf den Zehen, die Nachteulen (Fig. 433) und Baumeulen bis zu den Krallen herab echte Federn. Die Krallen sind bei allen Raubvögeln auf der Unterseite platt oder vertieft und mit schneidigen Rändern versehen, nur bei den Fischadlern, deren Beute keiner kräftigen Gegenwehr fähig ist, sind dieselben auf dieser Seite gerundet. Bei den Geyern sind sie weniger gekrümmt und stumpfer, als bei den Falken.

Das Gefieder ist bei den Tagräubern sehr fest und dicht anschließend, bei den Nachträubern außerordentlich weich, flaumig und locker, woher es kommt, daß diese letzteren einen ganz unhörbar leisen Flug haben, und dadurch im Stande sind, ihre Beute unbemerkt zu überfallen. Die Geyer sind an Kopf und Hals sehr dünn befiedert und theilweise selbst völlig nackend (Fig. 428), haben aber dafür eine warzige Haut und manche auf der Stirn einen rothen oder blauen Hautlappen oder Kamm. Zu den mit solchen, übrigens nur den Männchen zukommenden Zierrathen versehenen Geyern, welche man auch unter dem Namen der Kammgeyer von den übrigen unterscheidet, gehört der Kondor, welcher auch unter dem Schnabel ein Paar rother Lappen trägt. Die Bartgeyer (Fig. 430) oder Geyeradler zeichnen sich aus durch Borsten an den Nasenlöchern und einen Borstenbüschel am Unterschnabel. Bei ihnen ist Kopf und Hals dicht befiedert. Um den unteren Theil des Halses tragen die eigentlichen Geyer meistens einen wulstigen Kragen längerer Federn. Der Kopf des Sekretarvogels ist mit einem Federbusche

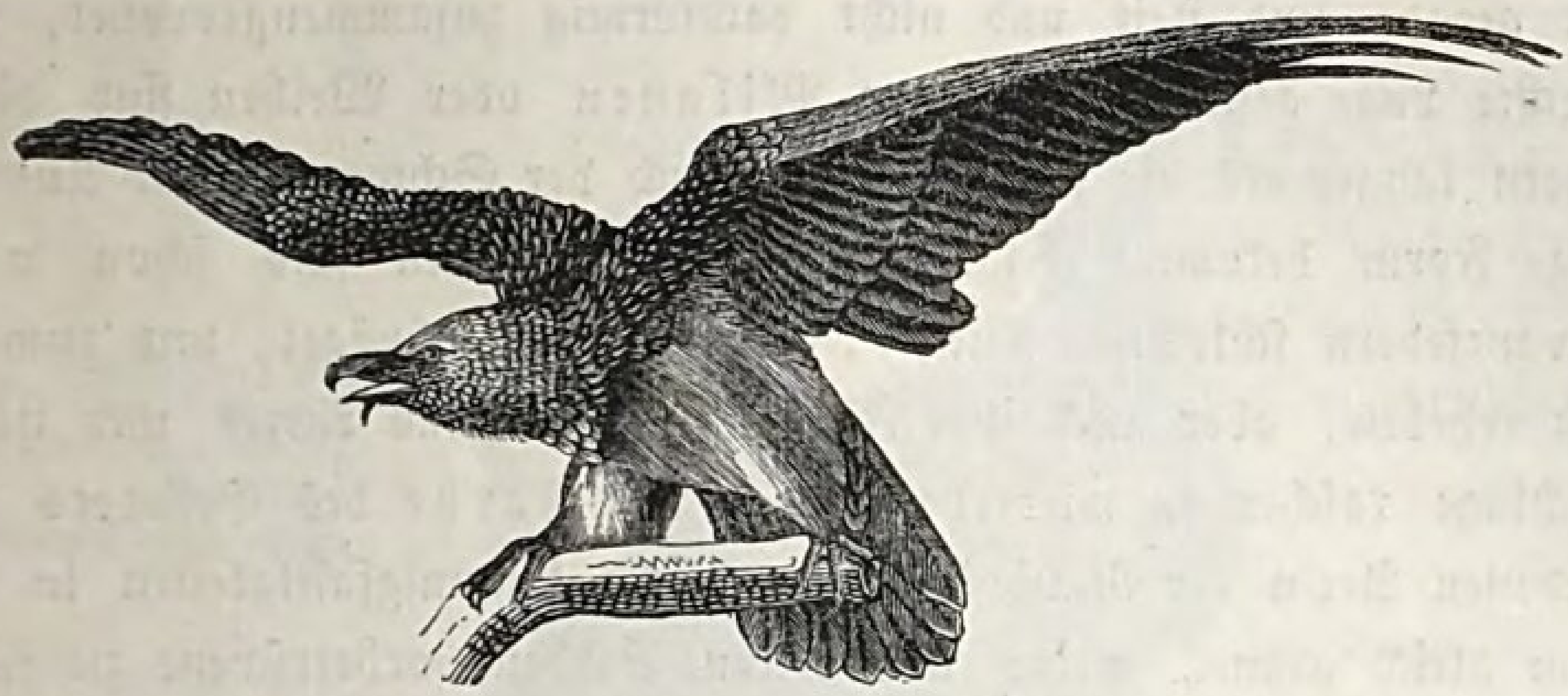


Fig. 430. Der Bartgeyer (Lämmergeyer) (Gypaëtos barbatus).

am Hinterhaupte geziert. Bei allen übrigen Tagraubvögeln ist das Haupt ganz glatt befiedert. Ueber den Augen der Falken bilden feine schmale Federn einen an Augenbrauen erinnernden Vorsprung. Der Kopf der Eulen ist, wie der ganze Körper dieser Thiere, in einer weichen Hülle ganz versteckt. Ihre Augen sind von einem breiten Kreise wie Strahlen herumgestellter zerschlitzter Federn umgeben, deren vordere die Wachshaut des Schnabels, deren hintere die Ohröffnung verdecken. Vorzugsweise bei der eigentlichen Schleiereule (Strix flammea) sind diese Federnkreise ausgezeichnet, und bilden vor der Stirn, wo sie von beiden Seiten zusammentreffen, einen schmalen Kamm. Die Nachteulen (Fig. 433) tragen allein unter allen Vögeln besondere Federnbüschel über den Ohren, welche sie nach Belieben aufrichten und niederlegen können. Die Federn am Unterleibe und an den Unterschenkeln sind bei den Geyern und Falken sehr lang, und letztere bilden eine hosenähnliche Bekleidung, welche meistens lang über die Ferse nach hinten herabragt. — Die zum Fluge dienenden Schwungfedern und Steuerfedern setzen durch ihre Länge die Tagraubvögel in den Stand, mit langsam sich wiederholenden und schwachen Flügelschlägen in den Lüften zu schweben. Der Kondor spannt seine Schwingen zu einer Breite von dreizehn Fuß aus und erhebt sich mit Leichtigkeit zu einer Höhe von 26,000 Fuß. Auch andere Geyer besitzen ganz besonders lange Schwingen, so daß einige von diesen Vögeln dieselben im Gehen halb ausgestreckt zu tragen pflegen. Manche Raubvögel sieht man nicht selten in hoher Luft mit scheinbar unbewegten Flügeln lange Zeit ganz ruhig schweben oder kreisen. Die geringste Abweichung in der Form der in der Hand befestigten Schwungfedern gibt dem Fluge eines Vogels eine bedeutende Veränderung, welche ein aufmerksamer Beobachter sehr wohl zur Erkennung des Thieres in großer Entfernung benutzen kann. So ist der Flügel der edlen Falken sehr lang gespitzt, weil die zweite Schwungfeder die längste von allen ist; eine Folge davon muß sein, daß der hintere Körpertheil dieser Vögel mehr gehoben wird, als der vordere, und daß dieselben gezwungen sind, durch Senkung der Steuerfedern eine schräg aufsteigende Richtung zu erhalten und sich wohl gar stets gegen den Wind zu stellen, wenn sie auffliegen wollen. Bei den unedlen Falken, welche man ihres schlechten Fluges wegen nicht zur Falkenjagd zu gebrauchen vermag und deßhalb so benannt hat, sind die drei ersten Schwungfedern kürzer, als die vierte, und der Flügel, welcher gleichsam abgestutzt erscheint, trägt diese Thiere daher zwar gleichmäßig, aber nicht so leicht als die Edelfalken. Die Steuerfedern sind bei den meisten Geyern nicht sehr lang, bei allen Tagraub-

vögeln aber gerade und steif und nicht dachförmig zusammengeordnet, sondern in eine wagerechte Lage gestellt. Bei den Milanen oder Weihen sind die seitlichen Schwanzfedern länger als die mittleren, wodurch der Schwanz einen Ausschnitt und eine gabelige Form bekommt (Fig. 427). — Die Eulen sind schon wegen ihrer kurzen Schwanzfedern schlechtere Flieger, als die Tagraubvögel, und zumal unfähig sich hoch zu erheben, aber auch ihre Flügel sind meistens kürzer und nöthigen sie, die Flügelschläge rascher zu wiederholen. — Die Farbe des Gefieders zeigt unter den verschiedenen Arten der Raubvögel unendliche Mannigfaltigkeiten in der Zeichnung, wenn gleich graue, weiße und braune Farben vorherrschend zu sein pflegen. Aber auch bei einer und derselben Art ist das Kleid in der Jugend oft ganz anders gefärbt, selbst bis ins dritte und vierte Jahr, als in höherem Alter. Auch sind häufig die Farben der Weibchen, freilich meistens nicht bedeutend, von denen der Männchen verschieden. So sind unter allen Eulen die Weibchen röthlicher gefärbt, als die Männchen.

Das Knochengerüste entspricht durch seinen kräftigen Bau der Lebensweise dieser Thiere. Die Gehirnkapsel des Kopfes (Fig. 431) überwiegt an Größe bedeutend

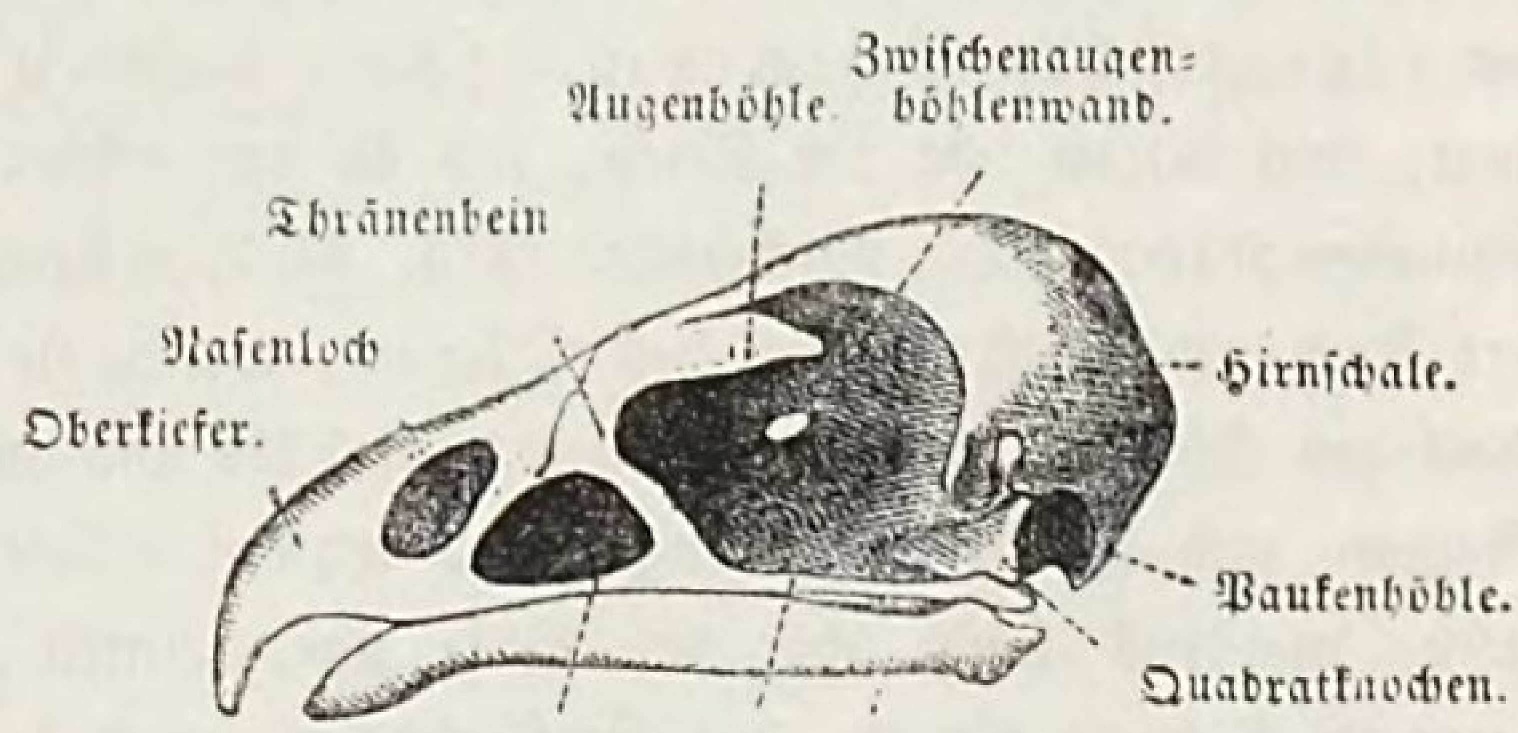


Fig 431. Kopfskelett des Adlers — 1/3 d. nat Gr.

den Kiefertheil und ist in der Mittellinie vertieft. Der knöcherne Oberkiefer, oder eigentlich der Zwischenkiefer, nimmt an der Krümmung, welche der Hornschnabel zeigt, einigen Antheil, wenn gleich die hakenförmige Verlängerung der vorderen Kuppe nur aus der hornigen Haut besteht. Die platte Stirn ist vom Schnabel deutlich abgesetzt. Die Knochen sind vorzugsweise bei den Nachtraubvögeln, bei welchen der Schädel überhaupt größer ist, als bei den Tagraubvögeln, sehr reich an Luftzellen und daher leicht, ein Umstand, ohne welchen zumal jene kurzgeschwänzten Vögel schwerlich im Fluge das Gleichgewicht würden behalten können. Die Zahl der Halswirbel ist ziemlich gering. Die Rückenwirbel sind meistens unbeweglich mit einander verbunden, um dem Körper beim Fluge größere Steifheit zu geben; dieselben tragen bei den Tagraubvögeln ziemlich starke Dornfortsätze, welche oft zu einem kammartigen Grate vereinigt sind. Das Brustbein ist bei den Tagraubvögeln breit (Fig. 432) und meistens vollkommen verknöchert, wenigstens immer ohne Ausschnitte am hinteren Rande. Auch ist der Brustbeinkamm ziemlich hoch. Bei den Nachtraubvögeln hat das Brustbein, ähnlich dem der Hühner, jederseits zwei Ausschnitte am hinteren Rande, und der Kamm desselben ist mäßiger. Der Gabelknochen der Tagraubvögel ist halbzirkelförmig gestaltet und sehr breit, um den starken Senkungen des Oberarmes bei schnellem Fluge einen um so besseren Stützpunkt darzu-

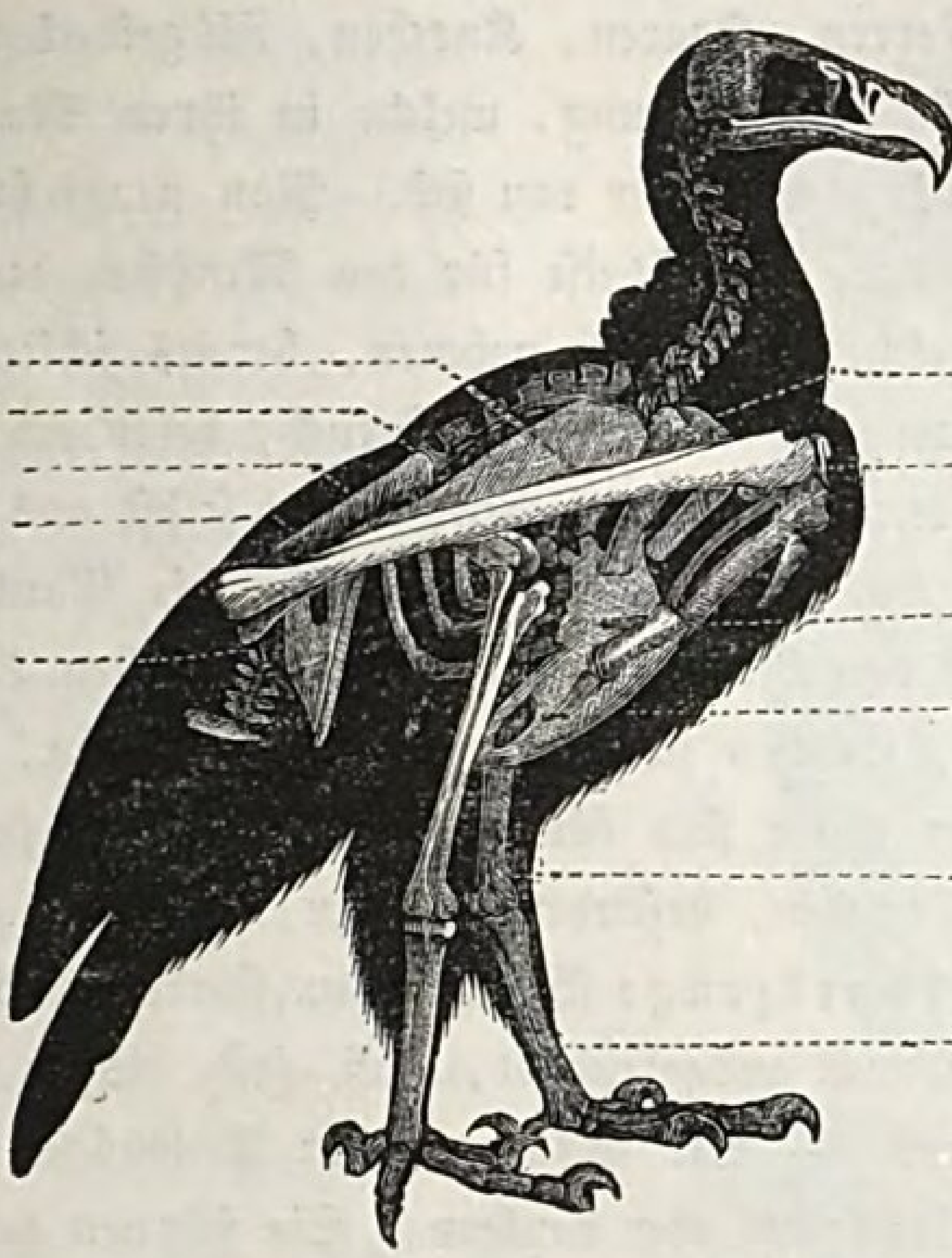


Fig. 432. Skelett des Geiers. — 1/9 d. nat. Gr.

bieten. Bei den Eulen dagegen ist dieser Knochen schwächlich gebaut und bei einigen Gattungen sind die beiden Seitenhälften desselben sogar nur durch Knorpelmasse verbunden. Das Schulterblatt der Tagraubvögel ist am hinteren Ende breiter, als am vorderen, der Unterarm beträchtlich länger als der Oberarm, das Becken schmal. Letzteres ist bei den Nachtraubvögeln bedeutend breiter; auch sind die beiden Schoßbeine bei diesen mitunter durch eine Knorpelsehne verbunden, weßhalb die Eulen sehr kleine Eier legen müssen. Die Tagräuber zeichnen sich noch durch Stärke der Oberschenkelknochen und der Zehenglieder vor den Nachträubern aus.

Die Muskulatur aller Vögel dieser Ordnung zeugt von außerordentlicher Stärke; besonders die Muskeln, welche beim Fluge den Körper tragen, sind dick und fest, und die der Schenkel und Schienbeine erreichen bei keinen andern Vögeln eine gleiche Ausbildung. Daher ist den Raubvögeln möglich, ihre Beute im Fluge mit den Füßen zu ergreifen und dieselbe durch die Luft mit sich zu tragen. Der Kondor nimmt ein Schaf und sebst ein Lama im Thale und trägt es auf die hohen Gipfel des Andesgebirges, und man hat Beispiele, daß einige von diesen Riesen unter den Vögeln gemeinsam sich eines Ochsen bemächtigten.

Die Verdauungswerkzeuge sind nur zur Verarbeitung von Fleischnahrung eingerichtet; daher ist der Magen nur dünnhäutig. Uebrigens haben die Raubvögel auch einen Kropf, welcher bei den Geyern, zumal wenn diese Thiere gefressen haben, als ein dicker Knollen vor dem Gabelbeine hängt. Der Vormagen ist bei den Tagräubern wenig geräumig, der Darm kurz und die Blinddärme sind unbedeutend. Dagegen bei den Nachträubern ist der Vormagen ziemlich fleischig und die Blinddärme sind lang und an ihrem Ende erweitert, was darauf hindeutet, daß diese Vögel nicht allein das Fleisch warmblütiger Thiere, sondern auch allerlei andere Nahrung, besonders Insekten und Würmer, verzehren. Alle Raubvögel geben

mitunter Ballen von Federn, Haaren, Knochen, Flügeldecken von Käfern und andere unverdauliche Ueberreste der Nahrung, welche in ihrem Magen zurückgeblieben sind, durch den Schnabel würgend wieder von sich. Man nennt solche Ballen: Gewölle.

Daß kein Raubvogel zur Speise für den Menschen dienen werde, können wir aus der Nahrung, welche sie zu sich nehmen, bereits schließen. Ihr Fleisch hat auch meistens einen strengen, widerlichen Geruch, besonders das der Geyer, welche viel Aas fressen und durchaus übel riechen, denen selbst aus den Nasenlöchern häufig eine stinkende Feuchtigkeit fließt. Uebrigens stiften die Raubvögel durch Vertilgung einer zahllosen Menge von Mäusen und andern schädlichen Thieren weit mehr Nutzen, als daß der Schaden, welchen sie hie und da verursachen, dagegen erheblich wäre. Nur die größten unter ihnen sind für das Vieh und das jagdbare Wild, ja einige sogar mitunter für Menschen, besonders Kinder, wahrhaft gefährlich.

Die Athmungswerkzeuge sind bei den starkfliegenden Gattungen, Adlern, Sperbern u. s. w. dadurch ausgezeichnet, daß fast bis in sämmtliche Knochen die Luftzellen sich verbreiten. — Die Stimme der Raubvögel ist kreischend oder pfeifend, bei den Eulen krächzend oder heulend. Sie schreien gern im Fluge und stoßen dabei die Stimme in mehren schnell auf einander folgenden Takten aus. Nur eine Habichtsart (Astur musicus) in Afrika soll eine so angenehme Stimme haben, daß man derselben den Namen eines Gesanges geben kann.

Das Gehirn zeigt keine besondere Einrichtungen. Man bemerkt bei den Geyern einen gewissen Stumpfsinn, welcher in einer Unterdrückung der höhern Lebensthätigkeit durch die Gefräßigkeit dieser Vögel seinen Grund zu haben scheint und sie zum Sinnbilde stumpfsinniger Gierigkeit macht. Dagegen zeigen die Edelfalken, welche man früher so häufig zur Jagd, besonders der Reiher, abzurichten pflegte, einen bedeutenden Grad von Gelehrigkeit. — Von den Sinnen ist der Geschmack nicht ganz unausgebildet, indem ihre breite und ziemlich weiche Zunge ein nicht unfähiges Werkzeug für denselben darbietet. Der Geruch ist schwerlich der Führer der Raubvögel beim Aufsuchen ihrer Nahrung. Dagegen sind die Augen der Tagraubvögel außerordentlich vollkommen. Der Fächer oder Kamm im Auge derselben hat 14 bis 16 Falten. Die Eulen haben dagegen ziemlich blöde, lichtscheue Augen, deren Größe bei keinem andern Vogel ähnlich angetroffen wird, und im Fächer nur 5 bis 6 Faltungen. Besonders sind ihre Pupillaröffnungen sehr groß und lassen so viel Licht in das Innere das Auges fallen, daß ihnen das volle Tageslicht unerträglich ist, während das geringste Dämmerlicht noch hinreicht, ihnen alle Gegenstände erkennbar zu machen. In völliger Finsterniß sehen sie natürlich so wenig wie andere Thiere. Die Pupille erweitert und verengert sich fortwährend mit dem Athemholen. Während bei den Tagräubern die Augen ganz auf der Seite stehen, sind dieselben bei den Nachträubern beide nach vorn gerichtet, wodurch das Angesicht dieser Vögel einen höchst seltsamen Charakter bekommt. Bei letztern sind vorzugsweise die Gehörswerkzeuge fein ausgebildet. Die Ohröffnungen sind sehr groß von einem Federhalbkreise, wie von einer Ohrmuschel umgeben, welcher vom Schnabel bis fast zum Scheitel sich ausdehnt und bei den Nachteulen (Fig. 433) und Schleiereulen, welche sich mehr als die Käuze von den Tagraubvögeln unterscheiden, mit einem häutigen Deckel versehen. Die Zellen der Knochen der Gehirn-

kapsel stehen mit den Ohren in Verbindung und dienen wahrscheinlich zur Verstärkung des Schalles. Diese Einrichtung macht die Eulen fähig, durch das Gehör ihre Beute, die Mäuse u. s. w., zu entdecken.

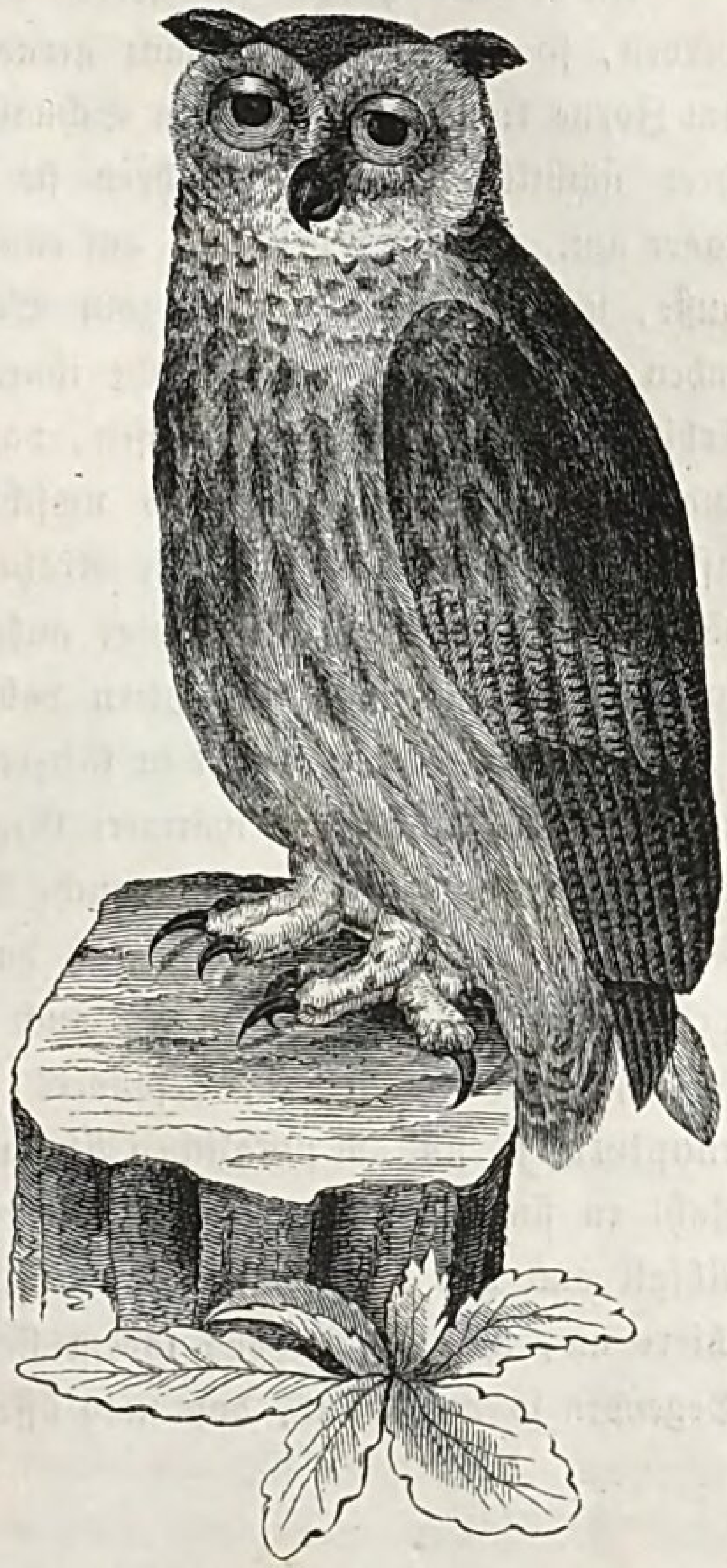


Fig. 433. Der gemeine Uhu (Strix bubo). 1/6 d nat. Gr.

Die Raubvögel leben, mit Ausnahme der Geyer, welche gern schaarenweise versammelt sind, stets einsam oder paarweise, nie in Gesellschaften. Selbst paarweise sind sie nur in ihrem Neste zu finden. Das Nest, Horst genannt, wird von einigen Tagräubern auf Bäumen, von andern in hohem Gemäuer oder auf Felsen, mitunter in den unzugänglichsten Höhen, und zwar gewöhnlich ohne große Kunst aus ziemlich grobem Materiale erbaut und ist in der Regel gegen die Witterung gar nicht geschützt. Die Eulen suchen sich in Mauerlöchern, Felsspalten oder Baumhöhlungen einen versteckten Platz, machen aber in diesem meistens gar keine besondere Nestvorrichtung. Manche dieser letztern legen schon sehr früh im Jahre. Alle Raubvögel nisten und brüten jährlich nur einmal und die Zahl ihrer Eier ist meistens sehr gering, gewöhnlich nur 2 bis 4, doch mitunter kommen 7 vor. Während die der Nachtraubvögel weiß und fast kugelrund zu sein pflegen, sind die der Geyer und Falken länglicher, graugrün, oder grün, seltener weiß gefärbt, aber gewöhnlich noch mit vielen braunen oder grünen Flecken bedeckt. Meistens brüten nur die Weibchen, sehr selten betheiligen sich auch die Männchen an diesem Geschäfte; doch tragen die letztern den Weibchen Futter herbei. Wunderbar ist es, daß die jungen Tagraubvögel stets bei Tage, die jungen Nachtraubvögel stets bei Nacht auskriechen. Alle sind, wenn sie aus dem Ei schlüpfen, dicht mit Flaumfedern bekleidet und haben durch die bedeutende Länge und die grauweise Farbe derselben, ein höchst wunderliches Aussehen. Durch diese wärmende Bedeckung sind sie vor Kälte gesichert. während die Alten das Nest verlassen. Sie werden von letztern gefüttert, indem dieselben ihnen die Nahrung vorlegen und sie zum Fressen ermuntern. Anfänglich sind sie sehr schwach und liegen hülflos im Neste, weßhalb man sie Nesthocker nennt. Erst nachdem die Schwungfedern sich genügend entwickelt haben, um wenigstens als Fallschirme dienen zu können, richten sie sich auf die Füße und verlassen allmählig das Nest, welchem sie, sobald ihre Athmungshöhlen und Flügel die völligen Dienste leisten und Schnabel und Krallen zur Jagd tauglich geworden sind, für immer den Rücken kehren.

Die Eulen haben mancherlei Seltsamkeiten. Wenn sie am Tage angegriffen werden, so pflegen sie sich ganz gerade aufrecht zu stellen und nicht fortzufliegen. Im Zorne knacken sie mit dem Schnabel sehr laut. — Den Ueberfluß der Ausbeute ihrer nächtlichen Jagd bewahren sie für den Nothfall übler Witterung in ihrem Lager auf. Manche bringen, auf einem Fuße stehend, die Nahrung mit dem andern Fuße, wie mit einer Hand, zum Schnabel. — Die kleinen wehrlosen Singvögel haben gegen diese Feinde, welche ihnen bei Nacht so gefährlich sind, eine natürliche Erbitterung und scheinen zu wissen, daß dieselben am Tage zur Vertheidigung unfähig sind. Denn sie verfolgen und umschwärmen sie zu dieser Zeit, wo sie sich sehen lassen, unermüdlich. Auch die Krähen nehmen an dieser Verfolgung Theil. Die Jäger stellen daher mitunter eine ausgestopfte Eule als Lockvogel für kleine Vögel auf eine Stange, um die letztern dabei zu schießen.

Die Raubvögel, welche in kälteren Gegenden der Erde leben, ziehen bei herannahender Winterszeit in wärmere Gegenden und kehren erst im folgenden Frühlinge wieder zurück, weßhalb man manche Arten nur mitunter auf dem Durchzuge in einer Gegend antrifft, in welcher sie sich dauernd nicht aufzuhalten pflegen. Die einzigen, welche gesellig leben, haben sich auch an den Menschen gewöhnt, nämlich die Geyer. Gewisse Arten derselben, besonders die Egyptischen Geyer (Neophron percnopterus), sind im nördlichen Afrika überall in den Straßen der Städte in großer Zahl zu finden und verzehren die etwa herumliegenden todten Thiere, sowie den Abfall aus den Metzgereien. Häufig trifft man sie dort auch als gezähmte Hausthiere an, und ihr Nutzen, indem sie zur Reinlichkeit beitragen, ist in jenen heißen Gegenden so anerkannt, daß man öffentlich für die Erhaltung derselben Sorge trägt.

Zweite Ordnung.

Die Singvögel. Passerinæ.

Uebersicht:

1. Familie. Zahnschnäbler. Dentirostres.
2. Familie. Spaltschnäbler. Fissirostres.
3. Familie. Kegelschnäbel. Conirostres.
4. Familie. Dünnschnäbler. Tenuirostres.

Eine außerordentliche Menge der mannigfaltigst verschiedenen Arten schlank gebauter, aber nur kurzhalsiger und auch mit entsprechend kurzen Beinen versehener Vögel, welche selten nur die Größe der kleinsten Raubvögel übertreffen, dagegen aber die kleinsten aller Vögel unter sich zählen, wird wegen der lieblichen Abwechslung ihrer Stimmen die Ordnung der Singvögel genannt. Die Raben und Krähen, Sperlinge, Meisen und sehr viele andere, sind zwar eben nicht durch Töne ausgezeichnet, denen man den Namen eines Gesanges geben möchte, allein diese sind in ihrem Körperbau und ihrer Lebensweise so nahe mit den wohlklingende Melodien pfeifenden Drosseln, Finken und Nachtigallen verwandt, daß wir dieselben zweckmäßiger Weise gemeinsam betrachten können. Viele dieser Vögelchen haben fast die Gestalt der Tagraubvögel in kleinerem Maßstabe, allein man sieht leicht, daß

dieselben nur für Gewürme und Insekten gefährlich werden können. Einzig die rabenartigen Vögel sind durch ihre Größe auch wohl für Mäuse, kleine Singvögel und selbst Küchlein böse Feinde. Doch läßt ihr feiger Charakter sie eher als Diebe, denn als Räuber erscheinen. Die prächtige Mänura (Fig. 434) in Neuholland, einer der größten Vögel dieser Ordnung, könnte auf den ersten Blick leicht für einen hühnerartigen Vogel angesehen werden, während sie den Drosseln nahe verwandt ist.



Fig. 434. Die Mänura (Leyerschwanz) (Maenura superba). 1/10 d. nat. Gr.

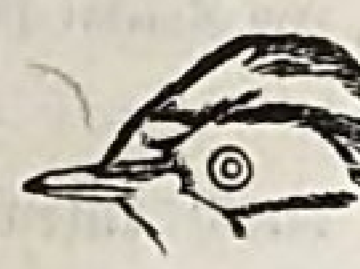


Fig 435. Der Kopf des Goldhähnchens (Regulus cristatus). Nat. Gr.

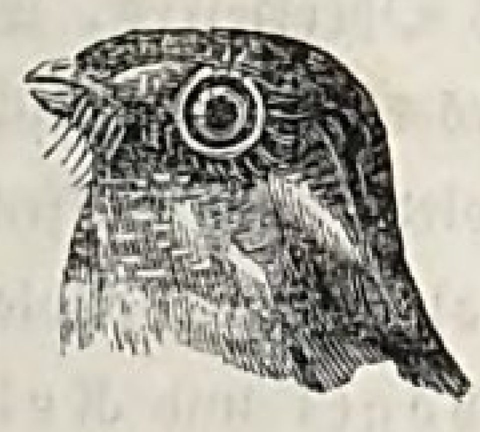


Fig. 436. Der Kopf des Ziegenmelkers (Caprimulgus europæus). 1/2 d. nat. Gr.



Fig. 437. Der Paradiesvogel (Paradisea apoda). 1/6 d. nat. Gr.

Die Form des Schnabels ist fast bei jedem Geschlechte der Singvögel eigenthümlich. Die Würger oder Neuntödter (Lanius) ähneln in dieser Beziehung den Falken, indem ihr hakenförmiger Oberschnabel sogar der Zahnausschnitt an jeder Seite nicht fehlt. Allein ihre Kleinheit macht es doch unmöglich, daß sie sich auch nur einer Maus bemächtigen. Der Zahn findet sich überdies bei vielen andern Singvögeln, welche daher Zahnschnäbler genannt werden. Die Drosseln, die Mänura, die Fliegenschnäpper und die Sänger zeigen dieses Merkmal. Auch der Seidenschwanz, der Pirol, der Zaunkönig, das Goldhähnchen (Fig. 435) und die Bachstelzen gehören zu derselben Abtheilung. — Anderen Singvögeln fehlt die Auszahnung des Schnabels. Die Spaltschnäbler oder schwalbenartigen Vögel (Fig. 436) haben einen weitgespaltenen Rachen, von welchem das sehr kurze und platte Schnäbelchen nur die vorderste Spitze bildet. — Bei den Kegelschnäblern, zu welchen die Raben, Elstern und Häher, die Paradiesvögel (Fig. 437), Ochsenhacker, Staare, Finken (Fig. 438), Kernbeißer, die Lerchen, Meisen und Ammern gehören, ist die Hornbekleidung der Kiefer oben und unten ziemlich gleichmäßig kegelförmig zugespitzt oder doch nur wenig gebogen. Zu ihnen stellen sich auch die Kreuzschnäbel (Loxia) oder Tannenpapageien, deren beide Schnabelhälften sich an der Spitze so stark krümmen, daß sie nicht gegen einanderstehend sich schließen können, sondern seitswärts ausweichend sich kreuzen müssen, eine Eigenthümlichkeit, welche ebenso unbehülflich aussieht, als sie diesen Vögeln zum Aushacken der unter den Schuppen der Tannenzapfen steckenden Samen nützlich ist. Der mehr walzenrunde, vor der Spitze etwas angeschwollene und ziemlich stumpfe Schnabel des in Afrika lebenden Ochsenhackers (Buphaga



Fig. 438. Der Kopf des Sperlings (Pyrchula domestica). 2/3 d. nat. Gr.

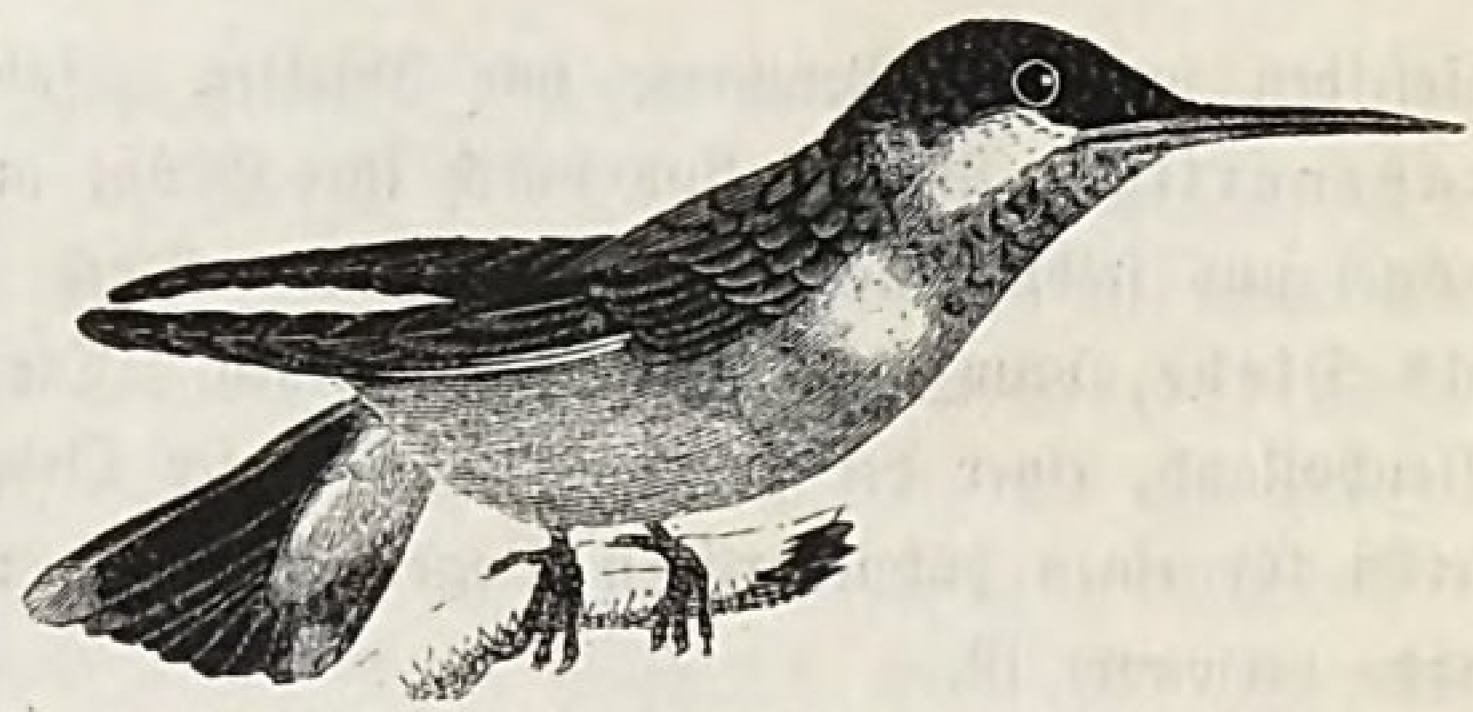


Fig 439. Ein Kolibri (Trochilus colubris) Nat. Gr.

Africana), macht es diesem Thiere möglich, durch einen eigenen Druck die Bremsenmaden aus der Haut der Rinder und Kameele, zu pressen. Sehr kräftig ist das Beißwerkzeug der Kernbeißer und dadurch geeignet, die festen Steinkerne der Kirschen zu zerknacken, deren Mandelchen ihre Nahrung bilden. Den Schnabel der Ammern macht theils die Schmalheit des Oberkiefers, welcher ganz in den Unterschnabel hineinpaßt, dann aber noch besonders ein zahnähnliches Höckerchen am Gaumen geeignet, Samenkörner aus Aehren, Schoten und Hülsen auf die leichteste Weise auszubrechen. — Die Dünnschnäbler, als deren Beispiele wir die Baumläufer, Mauerkletten, Wiedehopfe, Zuckervögel und Kolibris (Fig. 439) nennen, zeichnen sich durch verlängerte Form ihres dünnen und dabei bald geraden, bald säbelförmig gebogenen Schnabels aus, dessen Ränder bei den Zuckerfressern fein sägenartig gezähnelt sind. — Bei allen Singvögeln ist die Horndecke des Schnabels hart und fest; nur die schwalbenartigen machen hierin eine Ausnahme.

Die Füße der Singvögel stellen ganz die Füße der Raubvögel in kleinerem Maßstabe dar. Der nicht eben so lange Tarsus trägt drei nach vorn gerichtete Zehen und eine nach hinten gerichtete. Stets sind diese Füße unbefiedert, mit einziger Ausnahme mancher Schwalben, bei denen haarartige Federn selbst die Zehen noch dünn bekleiden; aber während die Vorderseite bei allen übrigen Hornschienen zeigt, wie bei den meisten Tagraubvögeln, ist die Hinterseite nie, wie bei jenen, mit einem Netzwerke kleinerer Schilder, sondern nur mit einer dünnhornigen, höchstens etwas quergetheilten Haut bedeckt. Der ganze Fußbau ist schwächlich. Die oft außerordentlich langen Krallen sind zwar krumm, aber ziemlich dünn. Die Lerchen zeichnen sich durch auffallend lang nach hinten gestreckte Daumenkrallen aus. Von den drei Vorderzehen pflegen die beiden äußern mit dem ersten, oder auch mit dem ersten und zweiten Gliede, unter sich verbunden zu sein. Sehr eigenthümlich sind die Füße der Spyrschwalben (Fig. 440) dadurch, daß auch die Daumenzehe bei diesen Vögeln nach vorn gerichtet ist und die beiden äußern Zehen, ebenso wie die innere, nur drei Glieder besitzen. Der Tarsus aller Spaltschnäbler ist sehr kurz und ziemlich dick. Bei dem Ziegenmelker steht der Daumen zwar nach hinten, ist aber mit der nächsten Vorderzehe, ebenso wie die drei Vorderzehen unter einander, durch eine kurze Bindehaut im Zehenwinkel vereinigt und kann wenigstens bis zur Hälfte nach vorn gewandt werden. Die innere Zehe hat bei diesem Thiere vier Glieder; die Kralle der Mittelzehe ist am innern Rande sägezähnig eingeschnitten.

Das Gefieder der Singvögel besteht im Allgemeinen aus kleinen, glatten, dichten Federn, deren Farbenmannigfaltigkeit unendlich, deren Schönheit und Glanz

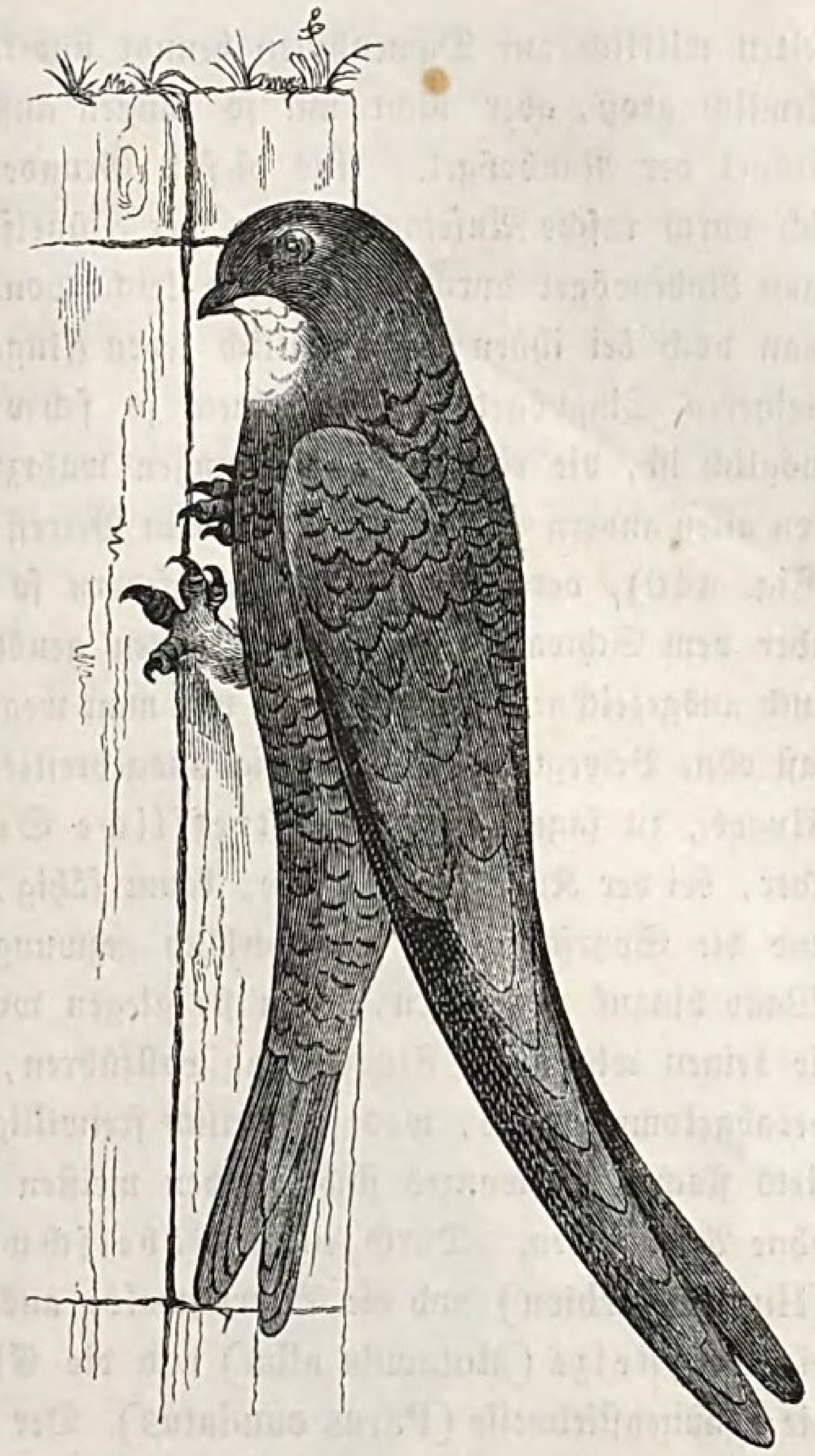


Fig. 440. Die Spyrschwalbe (Cyphelus apus). $^2/_3$ d. nat. Gr

oft der Pracht von Edelsteinen zu vergleichen ist. Fast schuppenähnlich dicht sind dieselben bei den Kolibris (Fig. 439), sehr locker, mit langen Bärten versehen, dagegen bei den Meisen, besonders der Kohlmeise (Parus major). Durch den herrlichsten Glanz zeichnet sich das Gefieder der Kolibris, durch die wunderlichste Vielfarbigkeit das Kleid des Stieglitzes oder Distelfinken (Fringilla carduelis), durch bescheidene Einfachheit das der Nachtigal (Sylvia luscinia) aus. — Die Federn an der Wurzel des Schnabels sind oft haarähnlich; bei den Fliegenschnäppern ist diese Gegend des Kopfes von wirklichen Borsten umgeben und die Ziegenmelker (Fig. 436) haben lange Schnurrhaare am Winkel ihres seltsam weit klaffenden Rachens. Bei den Rabenvögeln erscheinen die Nasenlöcher verdeckt durch steife, nach vorn gerichtete Federn, welche bei der Saatkrähe (Corvus frutilegus) mit dem Alter völlig abgenutzt werden. Die Meisen sind mit feinem Gefider um den Grund des Schnabels und selbst noch bis über die Nasenlöcher bebartet, und die Paradiesvögel tragen sammtartig feine Federn in dieser Gegend, während bei der Mänura (Fig. 434), wie bei einem Hühnervogel, sogar die Augen noch von einem nackten Kreise umgeben sind, die philippinische Kahlamsel (Gymnops calvus) aber gar gänzlich federnlose Wangen zeigt und auch am Scheitel theilweise kahl ist. Die übrigen Singvögel haben den Kopf völlig befiedert, viele aber tragen noch besondere Zierrathen auf demselben. So hat der Eichelhäher (Garrulus glandarius) eine Federnhaube, welche er niederlegen und sträuben kann; noch weit schöner ist der kammähnliche Busch zweizeilig gestellter Federn auf dem Kopfe des Wiedehopfes (Upupa epops), welchen dieser Vogel ebenfalls zu senken und zu heben vermag. Auch die Haubenmeise (Parus cristatus) und das Goldhähnchen (Fig. 435) sind mit einem schopfartigen Federnkäppchen geziert. — Der rabenartige Lappenvogel (Glaucopis cinerea) in Neuholland trägt unter dem Schnabel ein paar Hautlappen von rother Farbe, wie ein Hahn. Die Paradiesvögel (Fig. 437), die Zierde Neuguinea's, deren Körper an beiden Seiten unter den Flügeln und am Rücken mit außerordentlich langen und ganz zerschlitzten Federn behängt ist, stellen dadurch gleichsam einen natürlichen Federbusch dar, als welchen man in den reichen Putzläden den ausgestopften und seiner Beine beraubten Balg dieses Vogels nicht

selten wirklich auf Damenhüten benutzt findet. — Die Flügel der Singvögel sind ziemlich groß, aber nicht mit so langen äußern Schwungfedern versehen, wie die Flügel der Raubvögel. Aus diesem Grunde sind die meisten von ihnen genöthigt, sich durch rasche Aufeinanderfolge der Flügelschläge im Fluge zu erhalten. Obwohl man Rabenvögel durch ihren Flug leicht von den Raubvögeln unterscheidet, so kann man doch bei ihnen noch deutlich jeden Flügelschlag erkennen, während dagegen die kleineren Singvögel fast alle einen so schwirrenden Flug haben, daß es nicht möglich ist, die einzelnen Bewegungen wahrzunehmen. Eine vollständige Ausnahme von allen andern Singvögeln machen in Betreff der Flügelverhältnisse die Spaltschnäbler (Fig. 440), deren äußere Schwungfedern so lang sind, daß die Vögelchen dieselben über dem Schwanze kreuzweis zu legen genöthigt sind. Daher sind diese Thiere aber auch ausgezeichnete Flieger oder, wie man wegen der Eigenthümlichkeit des pfeilschnell, fast ohne Bewegung der segelartig ausgebreiteten Schwingen die Luft durchschneidenden Fluges, zu sagen pflegt, vortreffliche Segler. Aus demselben Grunde sind sie aber, bei der Kürze ihrer Beine, kaum fähig, sich von der platten Erde zu erheben, und die Spyrschwalben sind wirklich gezwungen, mit ihren Krallenfüßchen an einer Wand hinauf zu klettern, wenn sie fliegen wollen. Denn ohne dieses Mittel können sie keinen wirksamen Flügelschlag vollführen, falls sie einmal auf die ebene Erde herabgekommen sind, was sie freilich freiwillig nie thun. Die Steuerfedern des stets flachen Schwanzes sind bei den meisten Singvögeln ziemlich lang, jedoch nicht ohne Ausnahmen. Durch einen Gabelschwanz zeichnet sich die gemeine Schwalbe (Hirundo urbica) und die Spyrschwalbe aus, durch eine auffallende Länge desselben die Bachstelze (Motacilla alba) und die Elster (Pica caudata), sowie besonders die Pfannenstielmeise (Parus caudatus). Der Paradiesvogel trägt in seinem Schwanze zwei sehr lange, fast bartlose, feine Federnschäfte, der Zuckerfresser oder Suimanopa (Cinnyris suimanga) zwei ganz schmale Federchen, welche die übrigen weit überragen. Noch viele ähnliche und die Vögel zum Theile sehr seltsam gestaltende Schmuckfedern finden sich bei verschiedenen andern Gattungen. Nichts kann aber auffallender und zarter sein, als der prächtige Schwanz der Mänura (Fig. 434). Dieser besteht aus dreierlei Federn, welche alle das Thier selbst an Länge mehrfach übertreffen. Zwölf derselben sind mit sehr langen, ganz getrennt stehenden Bartfasern besetzt; diese sind schwach gebogen. Zwei mittlere sind nur an der innern Seite und weit schmaler und dichter bebartet, als jene; diese kreuzen sich in halber Länge und nicken an ihrem Wipfel. Zwei äußere aber, welche dichte und auf der Innenseite lange, auf der Außenseite dagegen ganz kurze Bartfasern tragen, sind Sförmig gebogen, wie die Hörner einer antiken Leyer, weßhalb die Mänura auch der Leyervogel genannt zu werden pflegt. — Eine ganz besondere Auszeichnung hat der Seidenschwanz (Bombycilla garrula), indem bei diesem Vogel die Spitzen der hintersten Schwungfedern, und bei recht alten Männchen auch die Spitzen der Schwanzfedern, statt Bärten unzerschlitzte Hornplättchen von scharlachrother Farbe tragen. — Der Unterschied in der Befiederung der Männchen und Weibchen ist bei den Singvögeln entweder gar nicht bemerkbar, oder beruht doch meistens nur in geringen Abänderungen der Färbung. Die Mänura weicht auch hierin hühnerähnlich ab, indem das Weibchen dieses Thieres in seinem Schwanze nur zwölf Federn von ganz gewöhnlicher Form trägt.

Das Skelett ist von zartem Bau und hat mancherlei feinere Eigenthümlichkeiten. Der Schädel gleicht in kleinem Maßstabe dem der Raubvögel, nur ist er zarter und gerundeter. Das Kreuzbein ist sehr kurz, aber breit. Das Brustbein des ausgewachsenen Vogels hat gewöhnlich nur einen Ausschnitt, da diese Thiere, welche stets ruhelos umherflattern, um sich mit ihren unvortheilhaft eingerichteten Schwingen in der Luft schwebend zu erhalten, sehr vieler, heftiger Flügelschläge und somit kräftiger Flugmuskeln bedürfen. Nur die Mandelkrähe (Coracias garrula) hat zwei Ausschnitte an diesem wichtigen Knochen. Dagegen ist gar kein Ausschnitt vorhanden bei den stets fliegenden Mauerschwalben und den bienenartig umhersummenden und von Blume zu Blume fliegenden Kolibris. Bei diesen Vögeln ist auch der Brustbeinkamm ganz besonders hoch. Das Becken der Singvögel ist auffallend breit; der Oberarm und Oberschenkel wenig kürzer als der Unterarm und Unterschenkel, die Zehenknochen sind zart. Das Gerippe der Spaltschnäbler (Fig. 441) bietet ganz vorzüglich interessante Verhältnisse dar. Die Kiefer dieser Vögel haben eine viel bedeutendere Länge, als der Schnabel vermuthen läßt; besonders die Spyrschwalben und die Ziegenmelker überraschen in dieser Beziehung bei näherer Untersuchung. Der Gabelknochen hat eine hufeisenförmige Gestalt und ist durch ein sehr festes Knorpelhautgewebe mit dem Brustbeine und mit dem außerordentlich großen Rabenschnabelbeine verbunden. Diese letztern übertreffen an Länge den Oberarm, dessen Gestalt, da er fast ganz aus großen Ecken und Vorsprüngen besteht, sich kaum erkennen und durch keine Beschreibung darstellen läßt, übrigens einigermaßen an den entsprechenden Knochen des Maulwurfes erinnert. Auch der Unterarm ist nur von mäßiger, indeß doch der Größe des Vogels entsprechender Länge. Weit über ein solches Verhältniß hinaus ist aber die ungeheure Größe der Hand, deren Mittelhandknochen die Länge des Unterarmes um das halbe Maß, den kleinen Daumen um mehr als das doppelte Maß übertrifft, und die beiden Glieder des längsten Fingers übertreffen ihrerseits noch die Mittelhand. Der Oberschenkelknochen ist dem Unterarme fast gleich, der Unterschenkelknochen, an dem die Fessel oder Spange nur in der frühesten Jugend der Thiere zu erkennen ist, gleicht der Mittelhand, aber



Fig. 441. Das Skelett der Spyrschwalbe 2/3 d. nat. Gr.

beide Glieder sind äußerst schwächlich im Vergleiche zu dem Armgerüste der Flügel. Dagegen ist die Breite des kurzen Tarsenknochens, dessen Unterfläche bei den Schwalben wirklich, so oft diese Vögel sich niedersetzen, als Fußsohle dient, einem solchen Gebrauche entsprechend. In dieser Lage genügt die Länge des Unterschenkels kaum, um den Boden zu erreichen, so hoch ist der Kamm des Brustbeines, und die Flügel werden von diesen Vögeln zur Hülfe genommen, fast wie Vorderfüße, wenn sie sich gehend fortbewegen wollen. — Bei den meisten andern Singvögeln ist die Hand nur kurz und aus diesem Grunde nur kleine Schwungfedern zu tragen fähig. Wir werden überhaupt stets die Beobachtung bestätigt finden, daß nicht sowohl die Länge des Armes, als vielmehr die Länge der Hand einen Vogel zum Fluge vorzüglich befähigt. Bei einigen kleinern Gattungen von Singvögeln sind von allen Knochen des Skelettes nur einzelne Theile des Kopfes pneumatisch; sehr starke Ausbildung der Luftzellen unter der Haut ersetzt aber diesen Mangel reichlich.

Von den Muskeln wollen wir nur einer Einrichtung besonders gedenken, welche zwar bei allen Vögeln gleichmäßig sich findet, deren Wirkung aber bei den stets muntern Singvögeln mehr als bei den übrigen Ordnungen unsere Verwunderung erregt. Wie kommt es, daß die Vögel den ganzen Tag unermüdlich von Zweig zu Zweige hüpfen und dennoch auch die ganze Nacht auf einem Beinchen zu stehen, ja so zu schlafen im Stande sind, während doch ihre Füße so dünn erscheinen, daß keine bedeutende Muskeln an denselben sich befinden können. Diese Fähigkeit beruht auf dem Umstande, daß diejenigen Muskeln, (Fig. 441 a) durch deren Zusammenziehung die Krümmung der Zehen bewirkt wird, über den Knieen am Oberschenkel ihren Ursprung nehmen und von dort über die äußere Gelenkbeugung der Kniee und der Fersen als dünne Sehnenstränge hinablaufen. Wenn nun der Vogel sitzt und dabei natürlich die Kniee und Fersen beugt, so werden eben dadurch jene Muskeln angezogen und die Zehen gekrümmt. Dieses geschieht ohne alles weitere Zuthun, ohne alle Anstrengung von Seiten des Vogels; seine eigene Schwere ist es, welche die Beugung hervorbringt und welche ihn somit auf dem Zweige festhält. Auch bei einem todten Vogel darf man nur die Beine beugen, um sogleich die Zehen von selber sich krümmen zu sehen, und schneidet man

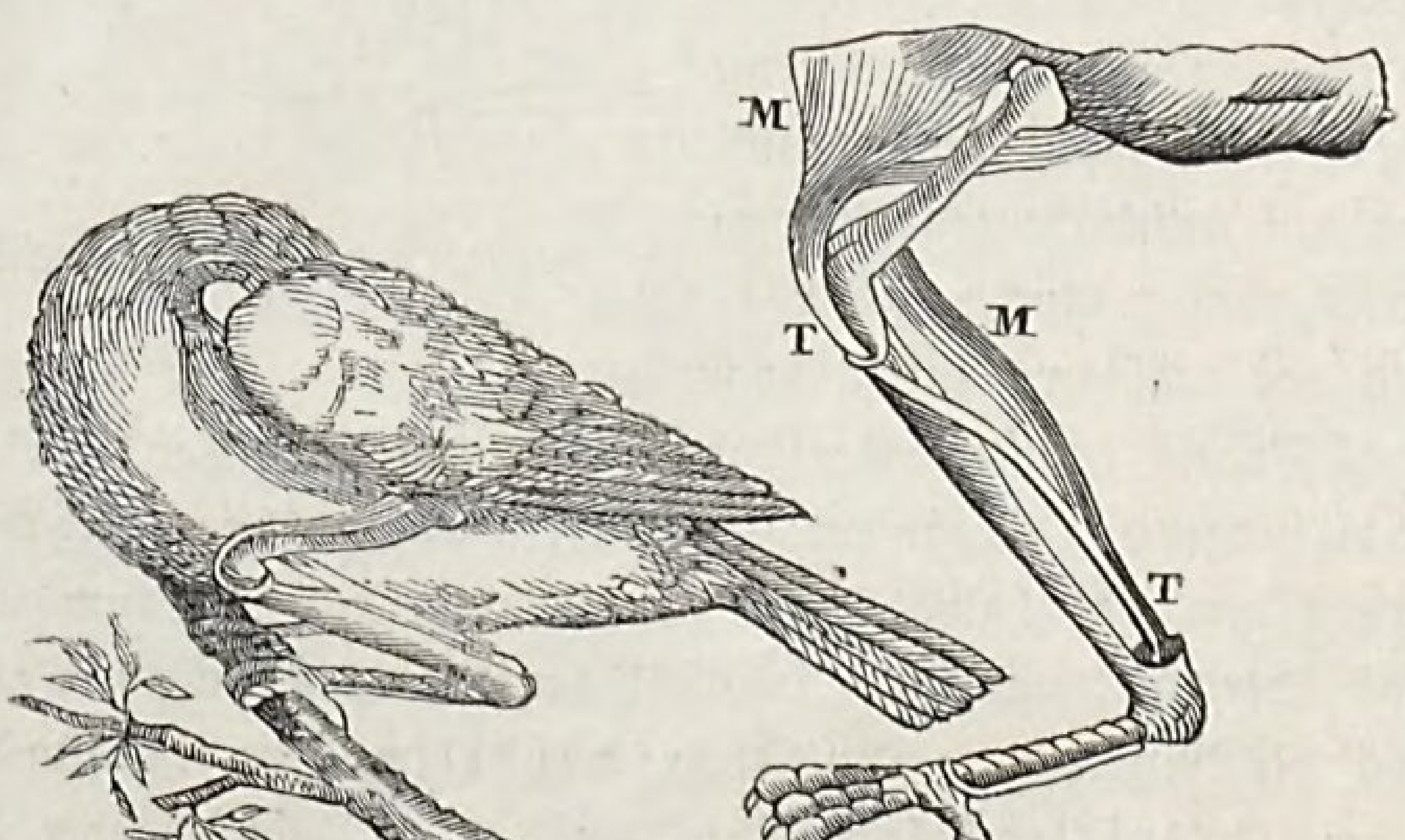


Fig. 441 a. Muskulatur des Vogelbeines. — *M* Muskeln; *T* Sehnen.

die Füße ab, so findet man leicht die fadenartigen Sehnenstränge, an denen man nur zu ziehen braucht, um die lebhafteste Bewegung bald dieser, bald jener Zehe hervorzurufen. Hingegen macht das Strecken der Zehen und das dazu nothwendige Strecken der Beine oder die damit verbundene Dehnung der Beugemuskeln durch die Anziehung der Streckmuskeln dem Vogel weit eher Beschwerde. Viele gehen daher nur ungern, die meisten auch nur hüpfend auf dem Boden umher, und allen ist das Sitzen auf einem Zweige, sei es auf beiden Füßen oder, bei unter den Flügeln gestecktem Kopfe, zu Herstellung des Gleichgewichtes, auf einen derselben, eine zum Ausruhen geeignete Stellung.

Die Verdauungswerkzeuge zeichnen sich durch einen muskulösen Magen aus. Der Kopf ist bei denjenigen am größten, welche vorzugsweise Körner fressen. Die Zahnschnäbler fressen Insekten, an welche sich besonders die Würger ausschließlich halten, aber auch Beeren und andere zarte Früchte, und für die Drosseln bilden diese letztern die Hauptnahrung. Die Spaltschnäbler haschen Insekten im Fluge. Die Kegelschnäbler sind um so mehr Insektenfresser, als ihr Schnabel dünner, um so mehr Körnerfresser als ihr Schnabel dicker gebaut ist. Doch fressen die meisten Sänger (Sylvia) und überhaupt eine große Menge von Singvögeln vielerlei Nahrung. Die Zuckerfresser und Kolibris saugen Honigsäfte aus Blumen. — Den letztern fehlen die Blinddärme ganz. Die Mandelkrähe zeichnet sich vor allen andern Vögeln dieser Ordnung durch einen häutigen Magen aus; ihre Nahrung besteht aber auch nur aus Insekten, Würmern, Fröschen und anderer Fleischnahrung. An solche halten sich auch die übrigen Rabenvögel (Corvinæ) gern, und zwar nicht allein an Aas, sondern dieselben greifen jedes Thierchen an, welches sie, ohne bedeutende Gegenwehr fürchten zu müssen, überwinden können.

Bei keiner andern Ordnung von Vögeln ist die Mannigfaltigkeit der Stimme so groß, als bei den Sinvögeln. Jede Vogelart hat ihren besondern Ton oder mehre auf einander folgende und stets den gleichen Takt haltende Töne, manche bringen eine lange Melodie hervor. Zu diesem Zwecke haben sie die vollkommenste Einrichtung des untern Kehlkopfes. Da wo die Luftröhre im Begriffe ist, sich in die beiden Bronchien zu theilen, hat dieselbe einen breiten hornigen Absatz, welcher fast im Kleinen das Gerüste einer Trommel darstellt. In diese Trommel ragt von unten aus der Vereinigung der beiden Bronchien eine ebenfalls hornige Scheidewand herein und eine halbmondförmige Haut überragt noch diese letztere. Jede Bronchie hat da, wo sie sich in die Trommel mündet, einen Verschluß mit einer Stimmritze und mit zwei Stimmbändern. Durch gewisse Muskeln, welche sich theils an die Trommel, theils an die Ringe der Luftröhre und der Bronchien heften, können die Häute, aus welchen jene Stimmwerkzeuge gebildet sind, mehr oder weniger angespannt werden, und auf diese Weise entstehen die verschiedensten Töne, deren Lieblichkeit ebenso sehr, als ihre außerordentliche Stärke in Verwunderung setzt. Bei denjenigen Vögeln, deren Stimme der größten Mannigfaltigkeit fähig ist, sind mehr Muskeln am untern Kehlkopfe vorhanden, als bei denjenigen, welche nur wenigere Töne hervorbringen, und bei solchen Vögeln, welche nur ein einförmiges Geschrei ausstoßen, fehlt die Verlängerung der

Scheidewand innerhalb der Trommel und fehlen ebenfalls die Muskeln des untern Kehlkopfes. Die besten Sänger haben am untern Kehlkopfe fünf Muskelpaare. Man hört das schönste Concert der Singvögel nur in einer kurzen Zeit des Jahres; denn die meisten dieser Thiere lassen ihre Stimme nur zunächst während der Periode des Nistens und Brütens erschallen. Wenige nur singen auch in der übrigen Jahreszeit. —

Von den Fähigkeiten, deren Organ das Gehirn ist, gedenken wir der Schlauheit, von welcher die Raben und viele andere Vögel dieser Ordnung unzweifelhafte Beweise geben, sowie der Anlage zur Erlernung von mancherlei Künsten, indem z. B. die Rabenvögel und die Staare (Sturnus vulgaris) menschliche Worte oft sehr deutlich nachahmen, die Gimpel (Pyrrhula rubricilla) ganze Melodieen pfeifen lernen. Zu derartigen Künsten die Vögel abzurichten, gelingt hauptsächlich nur in der Zeit, in welcher dieselben in ihrem naturgemäßen Leben paarweise zusammen zu verkehren und sich zum Nestbau anzuschicken pflegen. Jedenfalls lernen sie in jenen wenigen Wochen sehr viel leichter, als zu anderer Zeit. Von den Sinnen ist der Geruch sehr wenig, dagegen das Gesicht ausgezeichnet ausgebildet. Manche Gattungen haben in dem Fächerkamme ihrer Augen 16, einige 18, ja 22 Falten, der Rabe (Corvus corax), welcher hierin alle andern Vögel weit übertrifft, gar 28. Die Singvögel sind in dieser Beziehung vor allen übrigen Ordnungen der Vögel bevorzugt. Die Hühnervögel stehen ihnen darin zunächst und dann folgen die Tagraubvögel. Ein Sperling sieht schon auf 80 Schritte ein Gerstenkörnlein ganz deutlich. — Die Ziegenmelker haben sehr große Augen; bei diesen Thieren ist auch die Form der Nasenlöcher, welche röhrenartig hervorstehen, eigenthümlich. — Der Geschmackssinn ist bei den Singvögeln jedenfalls nur schwach ausgebildet, doch fehlt er keineswegs, und man bemerkt leicht, daß sie z. B. für Süßigkeiten große Vorliebe haben. Einige leben ganz von solchen und haben eine zur Gewinnung der Honigsäfte aus Blumen besonders eingerichtete Zunge. Dieses Werkzeug ist nämlich bei den Zuckervögeln, sowie bei den Kolibris mehr oder weniger, bei den letztern wirklich bis zur Wurzel, gespalten. Die Kolibris können die Zunge auch, wie die Spechte, lang hervorschießen. —

Die Singvögel legen meistens zu einer Brut ziemlich viele Eier, nie unter vier, aber sehr häufig sechs, acht, die Meisen wohl sechszehn bis achtzehn. Sehr viele legen im Jahre zweimal und hieraus entsteht die starke Vermehrung, welche allein diese wehrlosen Thiere gegen völlige Ausrottung schützt. Die Farbe der Eier ist höchst verschieden; doch bemerkt man zwei besonders häufige Grundfarben, die weiße und die grüne. Die erstere scheint hauptsächlich bei denjenigen Vögeln vorzuherrschen, welche Pflanzennahrung genießen, die grüne dagegen bei den Vielerlei- und bei den Fleischfressern. Doch ist diese Regel nicht durchgängig. Die Punkte und Tüpfel oder Flecken, mit denen das Ei außerdem besprengt sein mag, erhält dasselbe innerhalb des Eileiters und Darmes bevor es gelegt wird, indem aus den Blutgefäßen jener Theile durch die Ausspannung der Häute Töpfchen hervordringen, deren gering verschiedene Beschaffenheit in der Verbindung mit dem Kalke der Eischale bald eine mehr rothe oder braune, bald eine mehr grüne Fleckung hervorruft. Manche Eier haben verschiedene Flecken, von diesen sind gewisse tiefer in die Kalkschale einge-

drungen und wohl gar noch von einer dünnen Kalkmasse wieder überdeckt, so daß sie nur durchscheinen. Was die Nester anbetrifft, so ist keine Ordnung der Vögel, welche durch kunstreichen Bau derselben so sehr unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen könnte, als die Singvögel. Man muß sich aber hüten, die Geistesfähigkeiten der Vögel dieser Kunstthätigkeit wegen zu überschätzen. Kein Vogel ist sich seiner Kunst, welche er ausübt, bewußt, und keiner wäre im Stande, sein Nest in anderer Weise zu bauen, als gerade in derjenigen, welche jeder Art eigenthümlich ist. Der Bau gelingt ihm daher auch nur bei einem naturgemäß dazu passenden Platze. In allen diesen Vögeln wohnt ein, uns unbegreiflicher, aber ohne Zweifel in ihrer Natur mit Nothwendigkeit begründeter Trieb, welcher sie veranlaßt ihr Nest zu bauen, dessen Zweck und Nutzen sie selber nicht kennen und in einer Weise, welche sie nicht erlernt haben, von welcher sie auch sich selber nicht Rechenschaft geben. Ein Vogel, welcher in einem unnatürlichen Neste in der Gefangenschaft ausgebrütet ist, welcher nie ein Nest seiner Vogelart sah, baut doch, zur Freiheit zurückgekehrt, sein Nest ganz nach einem solchen ihm unbekannten Muster. Das Nest ist eine Art von Wiege. Die meisten Singvögel bauen es in einem ihrer Größe entsprechenden Verhältnisse, die größern aus Reisern, die kleinern aus zarteren Stengeln und Halmen, aus Moos, Haaren und Pflanzenwolle, und bekleiden dasselbe innerlich mit Federn, welche sie sammeln oder von ihrer eigenen Brust rupfen, auch wohl mit der Wolle der Weiden- und Pappelnkätzchen. Einige bekleiden das Nest innerhalb mit Koth, oder mit Erde, welche durch den klebrigen Speichel des Thieres zu einem Brei bereitet ist, wie mit einem Mörtel; noch andere bauen das ganze Nest aus solchem Stoffe. Indem man in den verschiedenen Arbeiten, welche die Vögel dabei verrichten, eine gewisse Aehnlichkeit mit den Verrichtungen menschlicher Handwerke fand, hat man vergleichungsweise die Krähen, Häher, Drosseln, Kernbeißer und viele Sänger als Korbmacher, die Pirole oder Golddrosseln und die Beutelmeisen als Weber, die Finken und Kolibris als Filzmacher, die Raben und einige Meisen als Zimmerleute, die Schwalben und Singdrosseln als Maurer, die Uferschwalben als Erdarbeiter bezeichnet. Die letzteren miniren tief in hohe Erdufer hinein und nisten im Hintergrunde dieser Höhle. Die Lerchen bauen kunstlose Nester auf der Erde; die Zaunschlüpfer haben auf der Erde im Grase oder in niedrigen Gebüschen künstliche, meist oben geschlossen, zierliche Nester mit einem einzigen runden Loche zum Ein- und Ausschlüpfen; die Schilfsänger (Sylvia phragmitis) hängen ihr Nest (Fig. 441 b) sehr kunstreich zwischen Riedgräsern oder Schilfstängeln auf; die Singdrossel (Turdus musicus) klebt das Innere ihres Nestes (Fig. 441 c) aus feinen Holzsplitterchen zusammen; der Pirol (Oriolus galbula), auch Golddrossel oder Bülowvogel genannt, macht einen Filzsack von Halmen, Wurzeln, Moos, Blättern, Flechten, Papierschnitzeln, Lumpen, Wolle, Fädern und allen ähnlichen Stoffen, welche er bekommen kann, und dieses tiefe und festgeflochtene Nest hängt mit Bastfasern oder andern Fäden, welche kreuzweise über einander geschlungen sind, in der Gabel eines Zweiges befestigt. Die Nester der Schwalben sind bekannt. Die Meisen bauen sehr kunstreich, manche in Baumlöchern oder Mauerhöhlen. Die Beutelmeise (Parus pendulinus) hängt ein künstliches Säckchen mit seinem obern Theile einige Schuhe über dem Wasser an Weidenzweige oder Rohr-

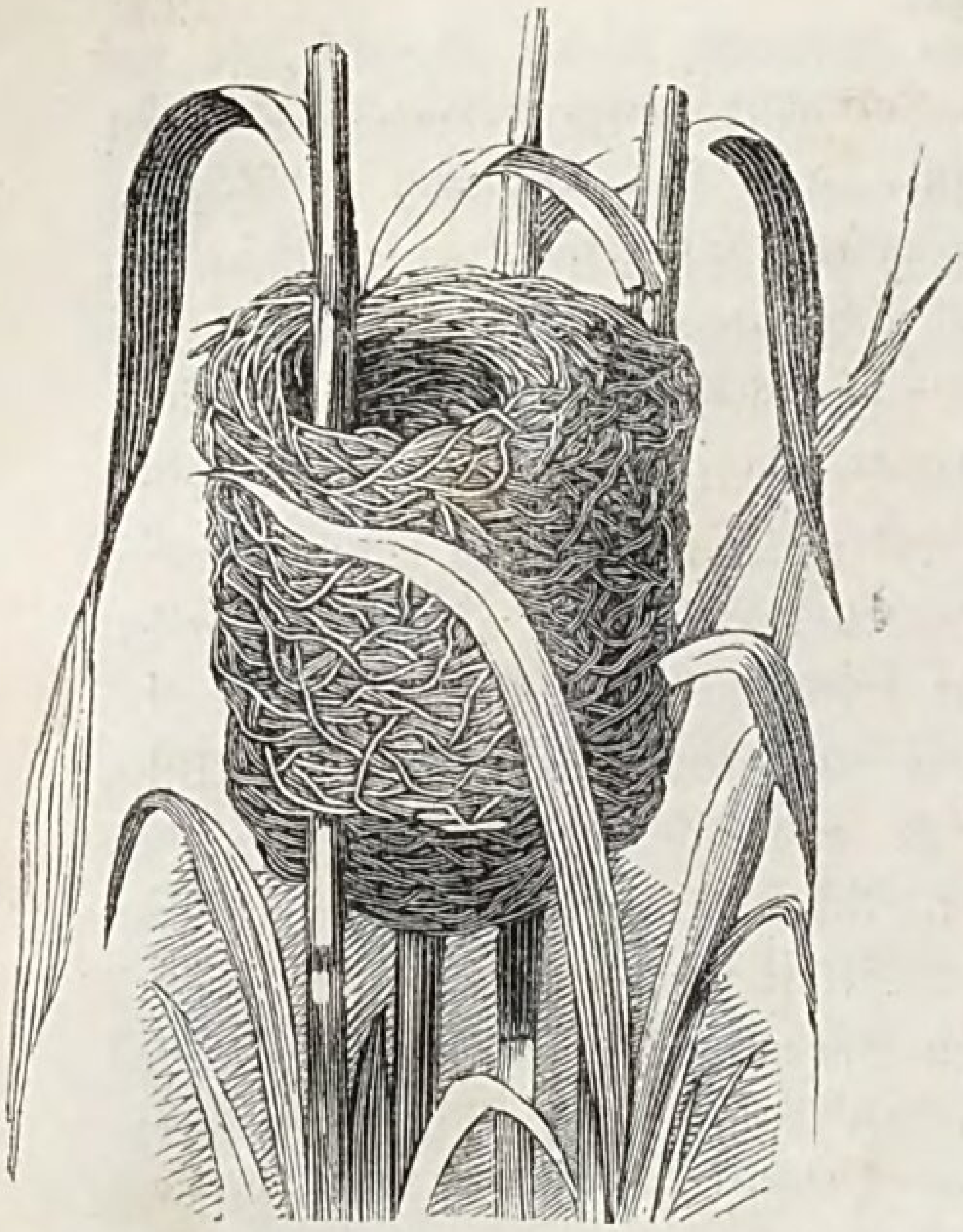


Fig. 441 b. Das Nest des Schilfsängers.



Fig. 441 c. Das Nest der Singdrossel.

halme, so daß der untere Theil wie ein Beutel frei schwebt. Dieses Nest ist länglichrund und besteht aus Pflanzenfasern, welche sehr regelmäßig geflochten und mit Pflanzenwolle durchwoben sind, deren Zöpfchen nach Innen hangen. Es hat am oberen Theile ein Eingangsloch oder eine vorragende Röhre. Die Bartmeise (Parus barbatus) baut ganz ähnlich, nur hat ihr Nest zwei Zugänge. Die Edelfinken (Fringilla cælebs) (Fig. 442) bauen auch sehr tiefe und kunstreich gearbeitete Nester. Eins der künstlichsten Nester bauen die Webervögel (Fig. 443) in Indien, welche unsern Gimpeln ähnlich sind. Diese Vögelchen geben ihrem, beutelartig an einen biegsamen, und daher den Affen, Schlangen und andern gefährlichen Thieren unzugänglichen, Zweig gehängten Neste ungefähr die Gestalt einer



Fig. 442.
Das Nest des Distelfinken (Fringilla carduelis).



Fig. 443
Nest des Indischen Webervogels (Ploceus indicus).

Flasche, deren dickerer Theil herabhängt. Dieses Nest hat einen doppelten Eingang an dem untern Ende, so daß die Bewohner nur fliegend hineingelangen können. Es ist aus Gräsern gebaut. Innerlich hat es zwei Kammern; in der einen brütet das Weibchen; in der andern hält sich das Männchen auf. Der Webervogel der Philippinischen Inseln (Pl. Philippinus) baut für das Weibchen an einem Zweige über dem Wasser ein ähnliches Nest, dessen Oeffnung sich an einer lang herabhangenden und dabei ganz locker zusammengewobenen Röhre befindet, welche durch die Last jedes fremden Thieres, wenn ein solches hineinschlüpfen will, zerreißt. Das Männchen aber wohnt in einem besondern, einfach flaschenförmigen, Neste daneben an dem gleichen Zweige. — Der Schneidersänger (Fig. 444), welcher den Grasmücken ähnlich ist, umhüllt sein kleines Nest sehr sorgsam mit den in seiner Nähe befindlichen Blättern des Baumes, in welchem es hangt, und befestigt diese mit Baumwolle, welche er mit seinem Schnabel und seinen Füßen zu Fäden verspinnt. — Der Baltimore-Vogel oder Trupial (Icterus Baltimore) in Nordamerika, welcher dem Staare ähnlich ist, baut, selbst mitten in Städten, ein



Fig. 444.
Das Nest des Schneidersängers (Sylvia sutoria).

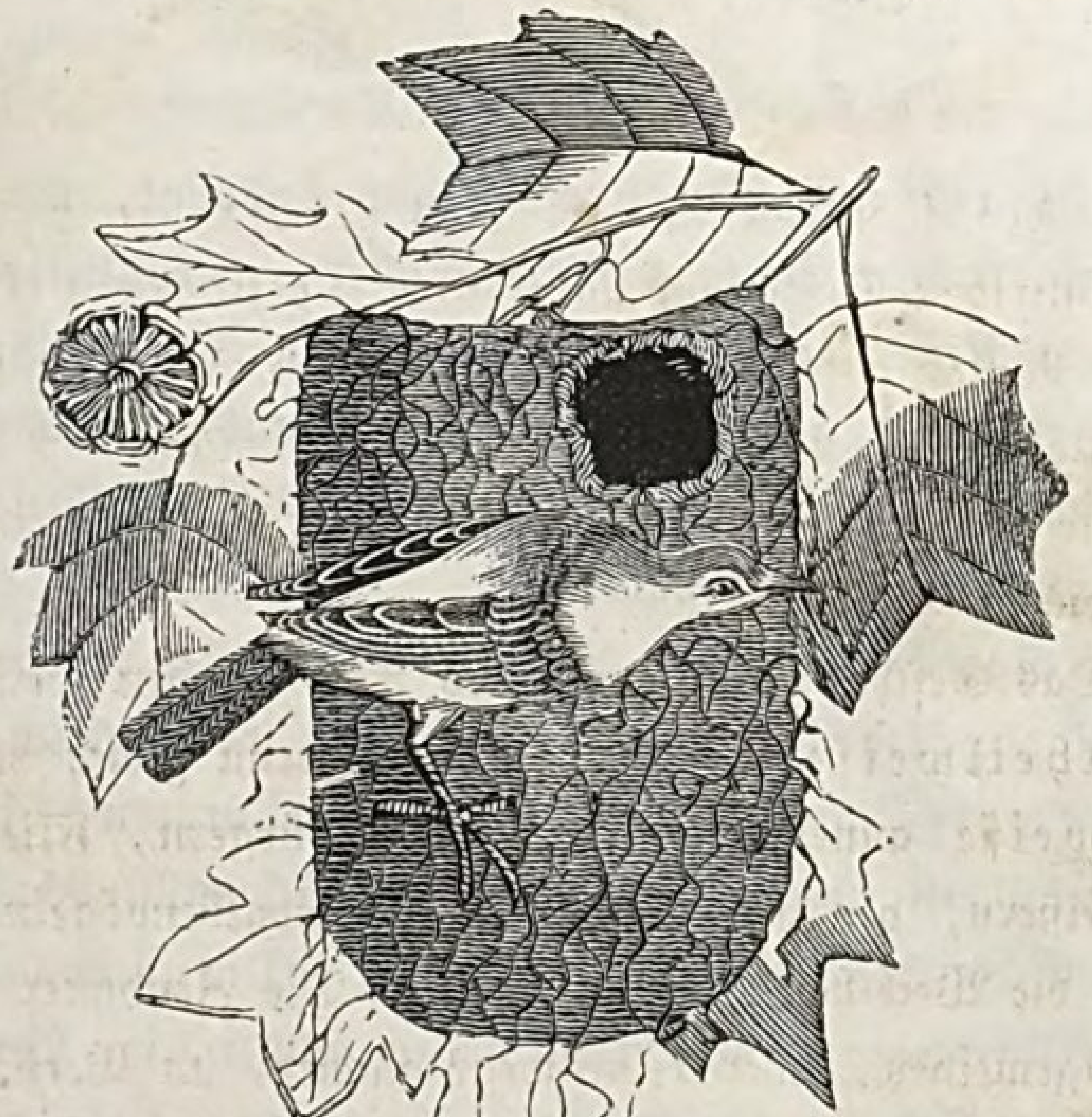


Fig. 444 *a*.
Das Nest des Baltimorevogels.

Hängenest, (Fig. 444 a) welches einem 7 bis 8 Zoll langen Beutel gleicht, dicht und künstlich zusammengesetzt und mit überall zusammengestohlenen Garnfäden durchwoben ist. — Die rothstirnige Kletterdrossel (Anabates rufifrons) in Brasilien baut ihr Nest aus dürren Reisern und läßt es frei an Zweigen schweben. In jedem Jahre baut sie ein neues Nest über dem alten und so entsteht nicht selten ein Bau von 3 bis 4 Schuhen Höhe. In dem untern Theile dieses Nestes siedelt sich dann zuweilen eine kleine Mäuseart gastlich an. — Es gibt auch einen Vogel, welcher in ähnlicher Weise, wie die Biber unter den Haarthieren, in großen Gesellschaften sich zu einem gemeinsamen Baue vereinigt. Dieses ist ein finkenähnlicher Webervogel, der Republikaner genannt. Derselbe baut im Kaplande sein Nest so, daß eine außerordentlich große Zahl derselben, manchmal 800 bis 1000 Stück, sich gleich-

sam unter einem gemeinsamen Dache befinden, dessen Stütze der Stamm und die Zweige eines Baumes sind, und welches wirklich einem Strohdache sehr ähnlich ist (Fig. 445). — Viele kleine Singvögel bauen ihre Nester ungescheut und, was das Merkwürdigste ist, auch ungestraft, in das grobe Reisigneſt größerer, selbst räuberischer Vögel, der Habichte, Raben, Störche u. s. w. Die Storchnester sind zuweilen von ganzen Gesellschaften kleiner Gäste auf solche Weise bewohnt. — Man redet bisweilen von eßbaren Vogelnestern. Dieses sind die Nester der Salanganenschwalbe (Hirundo esculenta), welche die Inseln des indischen Archipelagus bewohnt, und welche aus einer besondern Art dünnblättrigen Seetanges, weißlicher, getrockneter Gallert ähnliche, lagenweise geformte Nester anfertigt, indem sie den Tang frißt und, nachdem derselbe im Magen zu Brei geworden ist, wieder auswürgt. Diese Nester werden zubereitet wie Gerichte von Champignons. Man hält dieselben in China für stärkend und führt bedeutenden Handel damit.

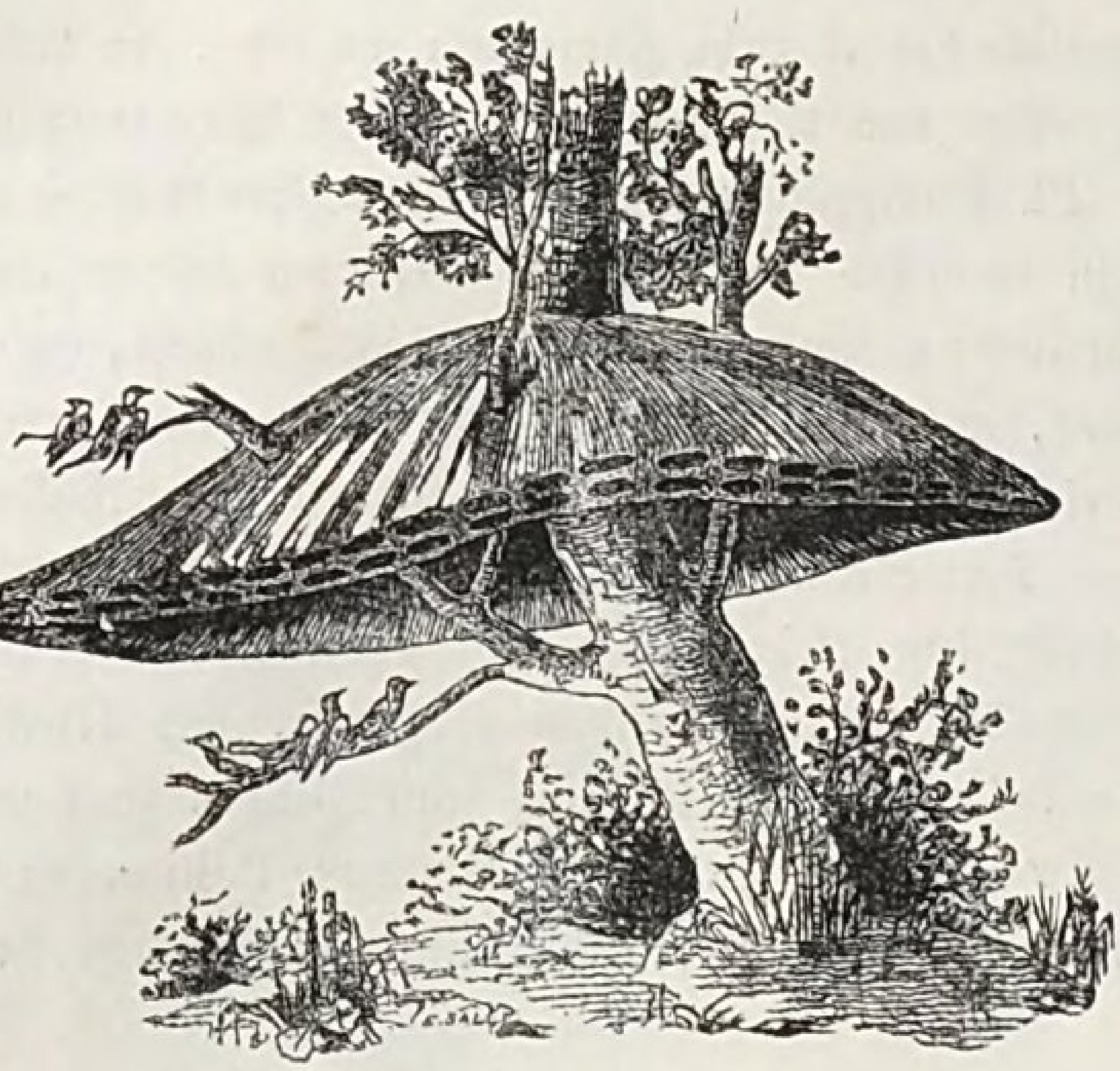


Fig. 445.
Das Nest des Republikaners (Ploceus socius).

Das Geschäft des Brütens wird bei den meisten Singvögeln von den Männchen theilweise mitverrichtet, wenn gleich die Weibchen sich desselben vorzugsweise annehmen. Bei den Würgern, Fliegenschnäppern, Lerchen, einigen Kernbeißern, den Kreuzschnäbeln, Schwalbenvögeln, Wiedehopfen und Elstern besorgen die Weibchen dasselbe allein. Die Zeitdauer der Brütung ist verschieden und im Allgemeinen, aber keineswegs immer, im Verhältnisse zur Größe der Art. Die kleinsten Vögel, die Kolibris, brüten 12 Tage lang; die meisten andern Singvögel zwei Wochen. Die Jungen kommen nicht allein hülflos, sondern auch gänzlich nackend und mit geschlossenen Augen aus den Eiern und werden von den Eltern geätzt, indem dieselben die Nahrung entweder im Schnabel zutragen oder im Kropfe herbeibringen und in die aufgesperrten Rachen der jungen Thierchen ausschütten. Die Fütterung sowohl, als auch die Nacktheit der Jungen erfordert die Betheiligung beider Eltern an der Pflege, denn ohne diese gemeinsame Hülfe würde es unvermeidlich sein, daß die Mutter sich auf lange Zeiten vom Neste entfernte und die Jungen der Kälte überließe, gegen welche sie noch keinen Schutz besitzen. — Bemerkenswerth ist die Reinlichkeit, welche die meisten Singvögel in ihrem Neste, oft freilich mit vieler Mühe der Eltern, in andern Fällen durch einen natürlichen Antrieb der Jungen, zu erhalten wissen. Der Wiedehopf, welcher schon als Material zu seinem Neste Kuhmist in einen hohlen Weidenbaum zu tragen pflegt, macht hierin eine üble Ausnahme, indem er seine Jungen in Unreinlichkeit fast verkommen läßt.

In der Lebensweise der Singvögel ist besonders die Verschiedenheit der Brütezeit und die vielen Gattungen eigene zweimalige Wiederholung der Brut in einem Jahre merkwürdig. Nur einmal im Jahre brüten wenige Zaunschlüpfer, einige Rohrsänger (Salicaria), die Steinschmätzer (Saxicola) und Piper (Anthus), die Pirole, einige Drosseln und Fliegenschnäpper, die Mandelkrähen, die Nußknacker (Caryocatactes), die Elstern und Rabenvögel. Zweimal dagegen brüten die Zaunkönige (Troglodytes), Goldhähnchen, die meisten Sänger, die Bachstelzen, der Flüevogel (Accentor), Wasserschmätzer (Cinclus), die meisten Drosseln, die Würger, die Baumläufer (Certhia), Schwalben, Meisen, Finken, Kernbeißer, Kreuzschnäbel, Ammern, Staare und Häher. Die Lerchen machen mitunter sogar drei Bruten in einem Jahre. Manche dieser Vögel brüten in kältern Jahren später, als in wärmern, und dann auch nur einmal. Einige Gattungen ziehen eine Brut bei uns und eine zweite in fernen Gegenden auf. Sehr viele Vögel aller Ordnungen verändern regelmäßig ihren Aufenthaltsort und haben daher den Namen Zugvögel. Die Schwalben sind als solche vorzüglich bekannt, aber eine sehr große Menge anderer Singvögel gehört gleichfalls zu denselben. Manche Gattungen, welche zur Sommerszeit in kältern Gegenden leben, kommen im Herbste, die dortige zu große Kälte scheuend, zu uns und weilen bei uns bis zum Frühlinge, worauf sie mit Wiederkehr der mildern Wärme ihre eigentliche Heimath aufsuchen, um dort ihre Brut zu machen; so finden wir bei uns nur im Winter die Seidenschwänze, Bergfinken, Bergzeisige, Krammetsvögel (Turdus pilaris), Nebelkrähen (Corvus cornix) u. s. w. Andere Gattungen, welche den Sommer bei uns zubringen, ziehen im Herbste, unsere Winterkälte fliehend, gegen Süden und kehren erst im Frühlinge zu uns zurück. Es gibt auch solche Gattungen, welche vom Norden her im Herbste nur bei uns durchziehen, in wärmern Ländern den Winter verleben und im Frühlinge wieder in umgekehrter Richtung unser Land durchstreichen. Solche werden Strichvögel genannt. Diejenigen Vögel, welche uns im Herbste verlassen, brüten meistens in den Ländern ihres Winteraufenthaltes nicht. Es ist kein Zweifel, daß ein den Thieren selbst unbewußter Trieb dieselben zu solchen Veränderungen des Wohnortes treibt, bei denen oft sehr kleine Vögel außerordentlich weite Reisen machen, welche stets das nämliche Ziel haben. Unsere Krähen, Dohlen, Finken, Lerchen überwintern im südlichen Europa; die Pirole, Nachtigallen, Schwalben dagegen in Afrika. Die Bachstelzen, Steinschmätzer, Piper u. s. w., welche den kurzen Sommer Islands genießen, machen jährlich zweimal die ungeheure Reise über das brausende Nordmeer. Allerdings ist es gewiß, daß viele dieser Vögel im Winter in den Gegenden, welche sie zu verlassen pflegen, vor Kälte oder, wie vorzugsweise die Insektenfresser, aus Nahrungsmangel umkommen müßten; allein dieselben wissen dies keineswegs, da sie immer vor der äußersten Zeit abreisen, und auch diejenigen, welche man im Käfig hält und sorgsam pflegt, verrathen in den Tagen, wo diese Art ihre Zugzeit hat, große Unruhe und geben die deutlichsten Zeichen des Reisetriebes. Sehr merkwürdig ist es, daß die Vögel nach ihrer Rückkehr allemal genau sich wieder an denselben Ort begeben, ja daß die meisten derselben sogar ihr altes Nest von Jahr zu Jahr wieder beziehen. Man hat, um diese Thatsache festzustellen, solche Vögel gezeichnet und hat sie immer wieder sich einfinden sehen.

Die meisten Singvögel sind nur am Tage munter, bei Nacht verhalten sie sich ruhig. Doch gibt es einige, welche, wenigstens zu gewissen Zeiten, auch in der Nacht geschäftig sind, wie die Nachtigall, deren Gesang in den nächtlichen Stunden am schönsten erschallt. Eigentliche Nachtvögel sind in dieser Ordnung nur die Ziegenmelker und die Tagschläfer (Podargus cornutus) in Java, sowie die Guacharo-Vögel (Steatornis caripensis) in Südamerika, welche sich am Tage stets verborgen halten und nur bei Nacht auf ihre Nahrung ausgehen. Seltsam ist es, daß die meisten Zugvögel ihre Reisen zur Nachtzeit vollführen und stets am Tage ruhen. Die Krähen, Dohlen, Staare, Lerchen und Finken aber ziehen am Tage und ruhen bei Nacht. — Die meisten Gattungen leben gern in Gesellschaft; sie vereinigen sich zu kleinern oder größern Schaaren während der ganzen Jahreszeiten, wo nicht das Geschäft des Nistens und Brütens und die Pflege der Jungen eine vereinzeltere, paarweise Lebensweise mit sich bringt. Es ist bekannt wie auch viele Zugvögel z. B. Krähen, Dohlen, Lerchen, Finken, Seidenschwänze, Drosseln und Schwalben sich in großen Heeren zusammenrotten, bevor sie ihre Wanderung antreten. Dabei scheint es oft, als hätten diese Thiere Mittel, sich unter einander zu verständigen. In dieser letztern Vermuthung muß auch die häufig gemachte Beobachtung uns bestärken, daß dieselben sich bei Gefahren oder zur Verfolgung eines gemeinsamen Feindes zusammenschaaren, indem auf das Geschrei eines einzelnen viele andere herbeifliegen.

Während viele Singvögel durch die Vertilgung einer unendlichen Menge schädlicher Insekten eine große Wichtigkeit besitzen, sind dieselben meistens auch eine treffliche Nahrung für den Menschen. Man verabscheut nur die aasliebenden Rabenvögel und verschont in vielen Gegenden aus Vorliebe die meisten kleinern Gattungen. Doch gibt es auch Länder, in welchen, wie in Italien, von diesen jährlich eine unglaubliche Zahl gefangen und verspeist wird. Die Drosseln gehören bei uns zu den beliebtesten Vögeln in dieser Beziehung, aber die Ortolan-Ammern (Emberiza hortulana) des südlichen Europa's und die Lerchen der sächsischen Lande machen denselben den Rang streitig.

Dritte Ordnung.

Die Klettervögel. Scansores.

Uebersicht:

1. Familie. Eisvogelartige. Halcyonidæ.
2. Familie. Hornvögel. Buceridæ.
3. Familie. Spechtartige. Picidæ.
4. Familie. Kuckuckartige. Cuculidæ.
5. Familie. Pisangfresser. Musophagæ.
6. Familie. Bartvögel. Bucconidæ.
7. Familie. Tukane. Rhamphastidæ.
8. Familie. Papageien. Psittacinæ.

Indem wir diese Ordnung von Vögeln betrachten, zu welcher die Eisvögel (Fig. 447) und Bienenfresser (Fig. 446), die Spechte (Fig. 449), die Kuckucke (Fig. 450, b) und Wendehalse, die Hornvögel (Fig. 448) und

Tukane (Fig. 448 a), sowie die Papageien (Fig. 451) gerechnet werden, so finden wir, daß fast nichts dieselbe vereinigt, als die Stellung der Zehen an den Füßen, und daß außer dieser manche derselben nichts von den Singvögeln entschieden trennt, als der Mangel eines Singmuskelapparates am untern Kehlkopfe.



Fig. 446. Der Kopf des Bienenfressers Merops apiaster) ½ d. nat. Gr.

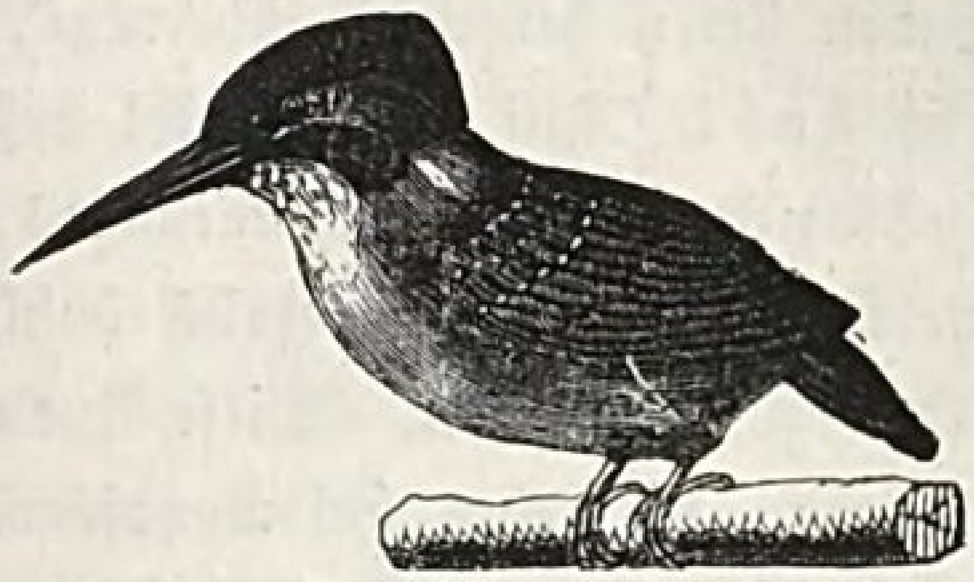


Fig. 447. Der Eisvogel (Alcedo hispida) ⅓ d. nat Gr.

Die Bienenfresser (Fig. 446), Sägeschnäbel, Plattschnäbel und Eisvögel (Fig. 447) sind Thiere von geringer Größe und sperlingsähnlicher Gestalt, aber mit lang gestreckten, spitzen und kantigen Schnäbeln. Die Bienenfresser ähneln in letzterer Beziehung zunächst den Wiedehopfen; ihr Schnabel ist nur wenig länger, als der übrige Kopf und schwach gebogen. Die Sägeschnäbel (Prionites), welche die Größe einer Elster erreichen, haben auch fast den Schnabel dieser Vögel, aber derselbe ist an seinen Kieferrändern sägezähnig. Die Plattschnäbel (Todus) ähneln den Eisvögeln am meisten, nur ist ihr Kopf und Schnabel kleiner und der letztere etwas platter. Die Eisvögel haben einen verhältnißmäßig viel größern Kopf als die Singvögel, und ihr gerader Schnabel, welcher scharf vierkantig ist, erreicht eine beträchtliche Länge, während ihr kurzer Hals nur 11 Wirbel besitzt, die geringste Zahl, welche bei den Vögeln vorkommt. Die Füße dieser Thiere sind noch kürzer, als bei den Singvögeln gewöhnlich ist, und noch zarter gebaut; die Zehen stehen so, daß zwei derselben nach hinten gerichtet sind, indem die innere Zehe ganz herumgewandt ist; die beiden andern Vorderzehen aber sind bis zu ihrem vorletzten Gliede ganz zusammengewachsen. Einigen Eisvögeln fehlt die eine Zehe ganz, so daß dieselben nur zwei vereinigte Vorderzehen und eine Hinterzehe besitzen. Gleichwohl sind die Füße dieser Thiere geeignet, sich fest auf Zweigen anzuklammern. Auf den Erdboden pflegen die Eisvögel sowie alle mit ihnen verwandten Gattungen nicht zu kommen. Ihr buntes und schönes Federkleid hat in der Anordnung der Federn nichts Außerordentliches, sondern ist im Allgemeinen dem der meisten Singvögel ähnlich, nur zeichnen sich die Plattschnäbel und besonders noch die Eisvögel durch sehr kurze Schwanzfedern aus. Daß sie nicht eben geschickte Flieger sind, können wir aus der Kürze ihrer Schwungfedern sowie aus dem zweifachen Ausschnitte ihres Brustbeines schließen. Nur die Bienenfresser haben ziemlich lange Schwungfedern. Alle diese Vögel haschen, sich schnell von einem Zweige herabschwingend, Insekten oder Würmer, die Eisvögel auch solche, welche im Wasser leben und kleine Fische. Daher ist der Magen dieser Vögel auch häutig und ihr Kropf geringer. Die Zunge der Sägeschnäbel ist merkwürdig durch hornige Seitenfasern, welche von derselben zweizeilig auslaufen, wie die Bartfasern einer Feder. — Die Eisvögel und Bienenfresser bauen ihre Nester am Wasser in Uferlöcher.

Die Hornvögel (Fig. 448), welche nur in den heißen Gegenden der Erde angetroffen werden, haben im Körperbau Aehnlichkeit mit den Raben, dieselbe Einrichtung der Füße, welche wir so eben bei den Eisvögeln kennen lernten, dabei einen ungeheuer großen Schnabel. Dieser Schnabel, dessen Dicke den Kopf des Vogels bei manchen Arten bedeutend überragt, wird mit der äußern Zunahme innerlich mehr und mehr hohl. Auf der Wurzel desselben bildet sich in der Jugend ein knolliger Auswuchs des Lederhautgewebes, dessen Größe stets zunimmt, wobei derselbe verknöchert und innerlich ebenfalls hohlzellig wird, und eine Knochenkapsel mit hornigem Ueberzuge darstellt. Diese Auswuchs bedeckt fast die ganze Länge des Oberschnabels und hat eine halbmondförmige oder hornähnliche Gestalt, woher man diesen Vögeln, welche eigentlich Kalao heißen, die obige Benennung gegeben hat. Die Kalaos fliegen besser, als die Eisvögel; sie haben längere Flügel und nur eine schwache Einbuchtung des Brustbeines, keinen eigentlichen Ausschnitt. Diese seltsamen Vögel wissen sich in Betreff der Nahrung, wie wenige andere, jeder Lokalität schmiegsam anzubequemen, und fressen bald zarte Früchte, bald Insekten, bald Mäuse, Eidechsen, Frösche oder kleine Vögel, bald Aas.



Fig. 448. Der Hornvogel (Buceros rhinoceros). $^1/_{12}$ d. nat. Gr.



Fig 449. Der Buntspecht (Picus medius). $^1/_5$ nat. Gr.

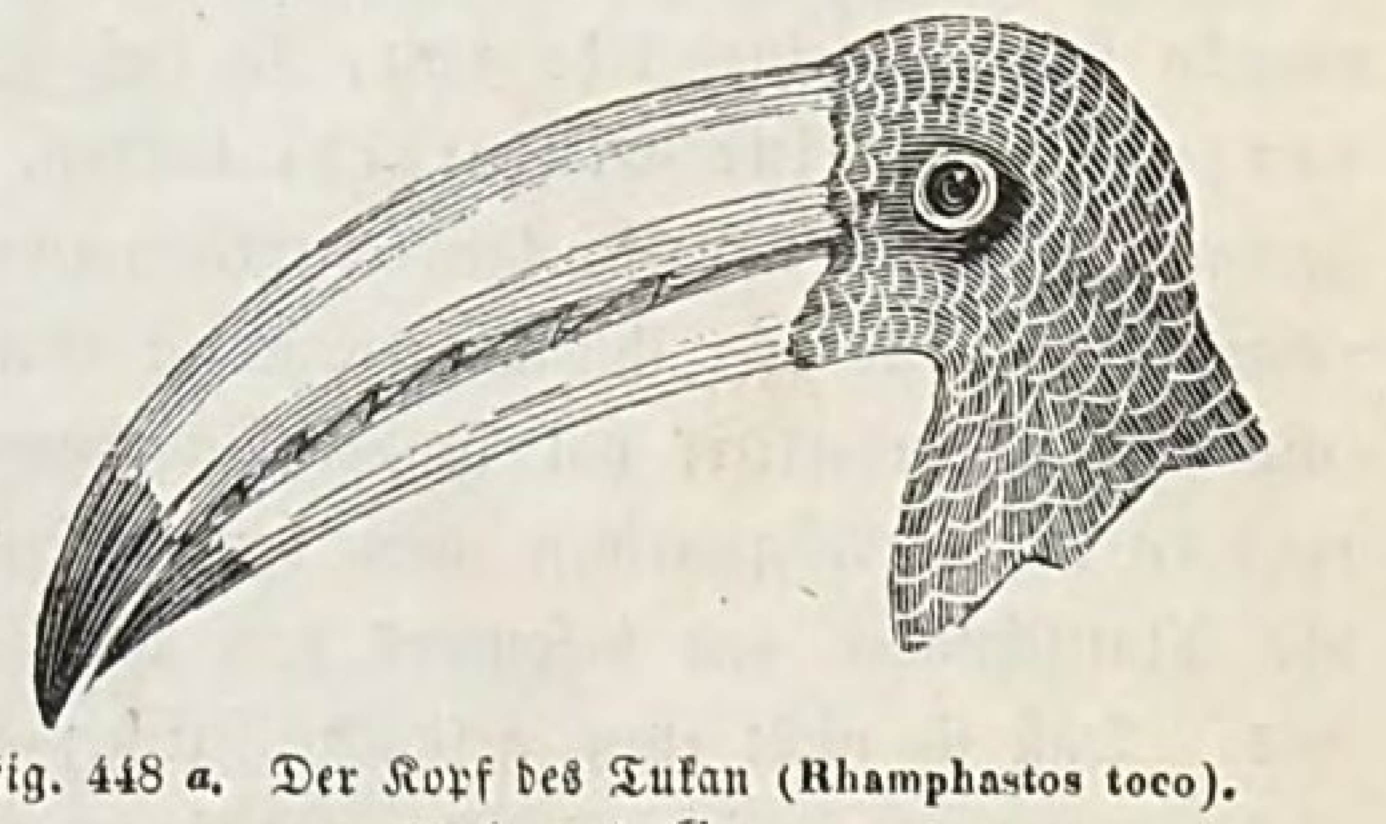


Fig. 448 a. Der Kopf des Tukan (Rhamphastos toco). $^1/_4$ d. nat. Gr.

Die Spechte (Fig. 449) gehören zu den merkwürdigsten einheimischen Vögeln. Dieselben haben in der Körpergestalt große Aehnlichkeit mit den Eisvögeln, jedoch ist ihr Hals länger und dabei dünner, die Schultergegend aber desto breiter. Ihr Schnabel ist lang vorgestreckt, gerade, kantig, an der Spitze keil- oder fast meißelförmig zusammengedrückt, so daß derselbe wirklich ein passendes Instrument darbietet, um nicht allein die Rinde von Bäumen loszureißen, sondern sogar vom Holze selbst ziemlich lange Splitter herauszuhauen, eine Arbeit, mit welcher sich

diese Vögel häufig beschäftigen, um die unter der Rinde oder im Holze lebenden Insekten zu ihrer Nahrung zu bekommen. Die Füße haben stets nur zwei Zehen nach vorn, welche übrigens nicht zusammengewachsen sind, und entweder zwei Zehen nach hinten gerichtet, oder auch nur eine solche. Die Tarsen dieser Füße sind stets unbefiedert und auf der Hinterseite mit Horntäfelchen, auf der vordern mit breiteren Schienen bedeckt. Der Knochen dieses Gliedes hat ein sehr breites Gelenk am untern Ende zur festeren Anfügung der Zehen. Letztere sind mit ziemlich schwieligen Sohlen und mit starken Krallen versehen, wodurch die Spechtvögel im Stande sind, an Baumstämmen ganz bequem sich festzuhalten und hinaufzulaufen. Doch besitzen auch die Baumläufer, Mauerkletten, Spechtmeisen und Kletterdrosseln unter den Singvögeln die gleiche Fähigkeit. Die Nasenlöcher der Spechte sind mit Borstenfedern bedeckt. Das Gefieder ist fein und dicht, der Kopf meistens mit einer besonders auffallend, vorzüglich karminroth, gefärbten Platte bedeckt. Die Schwungfedern der Flügel sind mäßig lang. Sehr eigenthümlich ist die Bildung des Schwanzes, welcher aus zehn größeren und zwei äußeren kleineren, elastisch steifen Federn besteht, deren Ende verschmälerte und wie abgeschliffen aussehende Bärte hat. Dieser Schwanz, welchen die Spechte fest an die Bäume drücken, an denen sie hinauflaufen, dient ihnen als ein Strebepfeiler zur Stütze, aber zugleich als eine Schnellfeder zur Erleichterung des Kletterns. In



Fig. 450.

Betreff der Bewegungswerkzeuge muß hier die Organisation der Zunge (Fig. 450) hervorgehoben werden, welche das Instrument ist, mit welcher diese Vögel ihre Beute ergreifen. Die knorpeligen oder knöchernen sogenannten Hörner des Zungenbeines, welche von der Wurzel der Zunge zum Hinterkopfe sich erstrecken, sind bei den Vögeln überhaupt durch zwei Muskeln an die beiden Aeste des Unterkiefers geheftet. Je länger die Zungenbeinhörner und diese Muskeln, je größerer Vorwärtsbewegung ist die Zunge fähig, während dieselbe durch ein anderes im Schlunde befestigtes Muskelpaar zurückgezogen werden kann. Bei den Spechten nun — jedoch auch bei den Kolibris und den Spechtmeisen, sowie einigen andern Singvögeln findet sich eine ganz ähnliche Einrichtung — sind die Zungenbeinhörner (Fig. 450 a) so lang, daß dieselben sich um den Hinterkopf hinter den Ohren hinauf und über den Scheitel bis zur Stirn verlängern, wo-

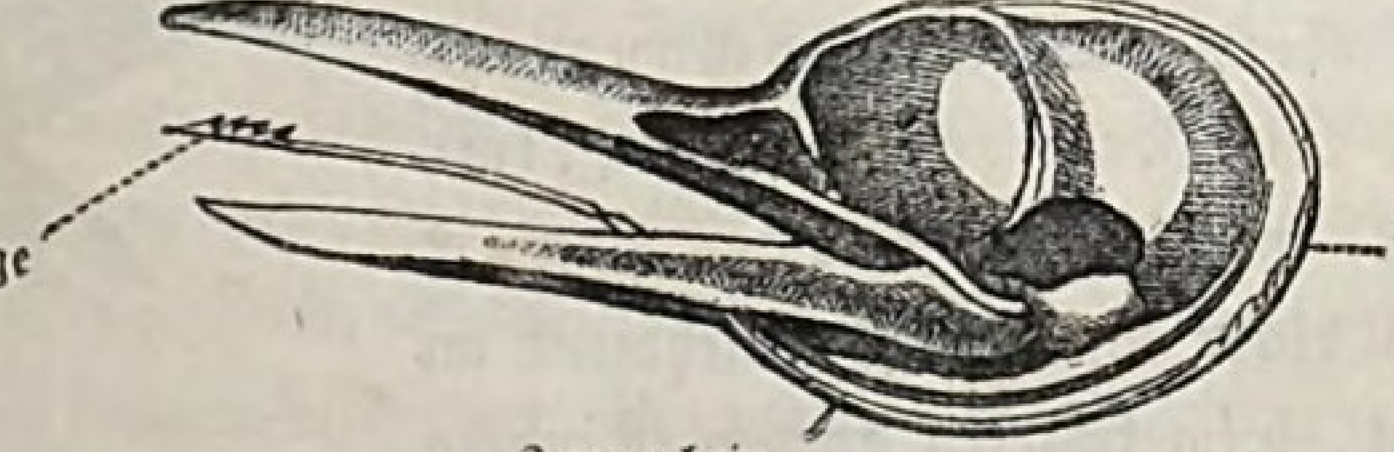


Fig 50 a. Das Kopfskelett eines Spechtes.

selbst sie über der Schnabelwurzel ihr Ende erreichen. Sobald die an die Unterkieferäste befestigten Vorstreckemuskeln sich zusammenziehen, so werden diese langen Zungenbeinhörner hinten im Schlunde herabgezogen und durch die Elastizität derselben schnellt die Zungenspitze lang aus dem Schnabel hervor, wird aber im nächsten Momente durch die zwei, wie Bänder um die Luftröhre geschlungenen, Ziehmuskeln wieder hereingezogen, wobei dann die Zungenbeinhörner wieder in ihre frühere Lage auf dem Scheitel zurückgeschoben werden. Die Zunge selbst ist wurmförmig und an ihrem Ende mit rückwärts gerichteten Stacheln bewaffnet. Große Speicheldrüsen, welche unter derselben liegen, sondern einen zähklebrigen Schleim aus, mit welchem sie stets überzogen ist. So kann dieses schnell vorgeschossene Instrument jedes Insekt, welches sie berührt, rasch in den Schlund des Thieres ziehen. — Die Halsmuskeln, welche das Zurückbeugen und heftige Vorstoßen des Kopfes beim Hacken oder Hämmern, wie die Spechte es mit dem Schnabel vollführen, zu bewirken haben, sind außerordentlich entwickelt. — Der Magen der Spechtvögel ist, ihrer hauptsächlich aus Insekten und nur seltener aus zarten Früchten bestehenden Nahrung entsprechend, fast ganz häutig; auch entbehrt ihr Darm der Blindärme. — Diese ebenso pfiffigen als scheuen Thiere finden ihre Nahrung großentheils mit Hülfe des Gehöres. Sie rennen nach allen Richtungen an Baumstämmen herum, klopfen oft mit dem Schnabel an dieselben, um die etwa unter der Rinde verborgenen Insekten in Bewegung zu bringen, hauen die Borke stellenweise auf und schießen in alle Ritzen ihre Zunge hinein. Meistens leben die Spechte einsam, gegen die Zeit des Nistens aber rufen sie sich paarweise zusammen, indem die Männchen durch schnelles Klopfen an dürren Zweigen ein eigenthümlich schnurrendes Geräusch hervorbringen. Im Uebrigen ist ihre Stimme ein lautes Schreien, dem mancher Tagraubvögel ähnlich. Ihr unterer Kehlkopf ist auch nur sehr einfach gebildet.

Den Spechten nahe verwandt, aber mit rundlichem, kürzerem Schnabel und längerem Schwanze versehen, ist der sogenannte Wendehals (Jynx torquilla), welcher auch auf dem Erdboden die Insekten, zumal Ameisen, aufsucht.

Die Kuckucke sind fast elsterartig gestaltete Vögel, deren Füße, weil die äußere Zehe bei einigen Arten eine Wendezehe ist, bald vorn drei und hinten eine, bald aber vorn zwei und hinten zwei Zehen zeigen. Dabei sind die Tarsen dieser Füße, ähnlich wie bei den Spechten, auf der Hinterseite getäfelt. Der Schnabel ist bei einigen Arten einem Elsterschnabel ziemlich ähnlich, z. B. beim gemeinen Kuckuck (Fig. 450 b) und beim Honigkuckuck (Indicator), stärker schon beim Sporenkuckuck (Centropus) und Stelzenkuckuck (Coccyzus); beim Madenfresser (Crotophaga) und Fratzenvogel (Scythrops) aber, sowie beim Schnurrenvogel (Pogonias), beim Kronvogel oder Helmkuckuck (Corythaix) und beim Staffelkuckuck (Trogon) bedeutend dicker und ebenso zunehmend an der Spitze gekrümmt, beim letzteren an den Rändern sägezähnig. Das Gefieder der Kuckucke hat, ab-



Fig. 450 b. Der gemeine Kuckuck (Cuculus canorus). — 1/10 d. nat. Gr.

gesehen von einem Federbusche des Helmkuckucks, nichts Ausgezeichnetes, als den ziemlich langen und bei manchen fast fächerartig am Ende ausgebreiteten Schwanz. Die Flügel sind mäßig lang. Das Brustbein, welches zwei Ausschnitte hat, zeigt, daß diese Vögel nicht eben ausdauernde Flieger sind. Dieselben leben vorzugsweise von Insekten, deren sie eine große Menge vertilgen. Oft findet man ihren Magen innen ganz filzartig bedeckt mit Haaren der Bärenraupen, welche durch Widerhäkchen leicht in der Haut hangen bleiben. Die größern Arten greifen auch wohl kleine Vögel und andere Thierchen an. Der Honigkuckuck, welcher den bienenartigen Insekten hauptsächlich nachstellt, ist durch eine sehr feste, kaum mit einer Nadel zu durchstechende, Haut gegen den Stich dieser Thierchen gesichert, deren Honigvorräthe er noch obendrein durch sein Geschrei den Menschen verräth. Höchst merkwürdig ist die, bei dem gemeinen Kuckuck und bei den sämmtlichen ihm ähnlichen Arten überall gemachte Beobachtung, daß diese Vögel keine eigene Nester bauen, sondern ihre Eier einzeln in die Nester der Grasmücken, Bachstelzen, ja selbst der kleinen Zaunkönige und anderer kleiner Singvögel legen, deren Brut sie oft dabei zerstören. Und fast noch merkwürdiger ist es, daß diese kleinen Singvögel das fremde Ei wirklich ausbrüten und daß sie den jungen Kuckuck, welcher die, aus ihren etwa verschont gebliebenen Eiern neben ihm ausgeschlüpften Jungen gar aus dem Neste zu verdrängen pflegt, sorgsamst und mit Aufbietung aller Anstrengung, deren sie fähig sind, ernähren und aufziehen. Die Kuckucke sind zum Brüten wirklich unfähig; denn sie legen ihre Eier in so langen Pausen nach einander, daß dieser Umstand das Gedeihen einer Brut unmöglich machen würde. Auch liegt der Magen bei diesen Vögeln auffallend tief im Unterleibe, woraus vielleicht ebenfalls Uebelstände entstehen würden, wenn sie brüten sollten. Uebrigens hat der nordamerikanische Kuhvogel (Cassicus pecoris), ein dem Trupial sehr nahe verwandter Singvogel, ebenfalls die Sitte, seine Eier in fremde Nester zu legen. — Entsprechend dem eintönigen Geschrei des Kuckucks findet sich bei diesem Vogel nur ein einziger Singmuskel am untern Kehlkopfe.

Den großschnäbligen Kuckucksarten ist der Pissangfresser oder Kappenschnäbler (Musophaga) sehr nahe verwandt, dessen sägezähniger Oberschnabel fast wie eine Larve die Stirn mit verdeckt. Doch wird dieser von den Tukanen (Rhamphastos) in der Größe des Schnabels weit zurückgelassen. Diese letzteren Klettervögel nähern sich durch die ungeheure Größe des Schnabels, welcher bei mehren Arten an seinem Anfange umfangreicher, als der Kopf selbst, und dabei wohl dreimal so lang als derselbe ist, ja bei einigen sogar die Länge des ganzen Vogels übertrifft, den Hornvögeln sehr. Auch bei ihnen ist der Schnabel hohl. Die Ränder desselben sind sägezähnig. Die Zunge dieser Vögel ist merkwürdig durch die federnartige Bärtelung ihrer Hornspitze. Der Flug der Tukans kann, des zwar leichten, aber doch unbehülflichen Schnabels wegen, nicht ausgezeichnet sein; auch ist bei denselben der Gabelknochen mangelhaft ausgebildet, indem nur zwei einzelne Schlüsselbeinknochen vorhanden sind, deren feste Verbindung aber fehlt. Die Tukans gleichen in der Lebensart den Raben und fressen, wie diese, allerlei Nahrung, sowohl aus dem Pflanzenreiche, als aus dem Thierreiche, selbst

ihre eignen Eier und Jungen, wie man behauptet. Ihr Schnabel dient ihnen aber dabei wenig, da sie nie ihre Nahrung zerkleinern, sondern dieselbe in die Luft werfen und dann auffangen und ganz verschlucken.

Die schönsten Klettervögel sind die Papageien, deren Schnabel zwar ebenfalls sehr dick, oder vielmehr hoch, dabei aber schmal, an den Seiten zusammengedrückt und ganz kurz ist. Besonders ist der Unterschnabel sehr kurz und dabei an seiner stumpfen Dillenkante sehr schön bogenförmig zur Spitze hinauf gerundet. Der Oberschnabel ist von ähnlicher Form, aber etwas länger und mit seiner Kuppe über den Unterschnabel herabgekrümmt; derselbe ist an seinem Grunde so hoch, daß die Stirn des Vogels denselben kaum überragt. Die Kanten des Unterkiefers sind bogenförmig ausgeschnitten, so daß jederseits ein hohl ausgespitzter Zahn stehen bleibt. Alles ist an diesem Schnabel gerundet. Innen ist derselbe solide und sehr hart und am Grunde mit einer Art Wachshaut umgeben, in welcher die Nasenlöcher sich befinden. Die Füße sind dick und an den Tarsen ringsum mit einem Netzwerke von Horntäfelchen bedeckt. Zwei Zehen sind nach vorn, zwei nach hinten gerichtet; die Krallen groß und gebogen; die Tarsen ziemlich kurz, sogar kürzer, als die Zehen, besonders bei den sogenannten Rüsselpapageien (Microglossa), welche auf dieselben treten, und bei denen diese Glieder zu solchem Zwecke eine platte Sohle haben. Nur die Erdpapageien (Pezeporus) besitzen längere Tarsen und kurze, fast gerade gestreckte, Krallen. Diese letzteren Thiere sind die einzigen Papageien, welche ihre Nahrung auf der Erde suchen. Alle übrigen klettern stets mit der bewundernswürdigsten Gewandtheit auf Bäumen umher, hängen, bald mit den Füßen, bald mit dem Schnabel sich anklammernd, an den Zweigen, wiegen sich und gaukeln auf die anmuthigste Weise. Beim Fressen bedienen sie sich ihrer Füße, um die Nahrung zum Schnabel zu bringen. Ihr weiches, aus ziemlich kurzen abgerundeten Federn bestehendes Gefieder, welches die Gestalt der Körpertheile ganz verbirgt, gibt ihnen überall schön gerundete Formen, so daß sie in dieser Beziehung die Katzen unter den Vögeln genannt werden könnten. Die Farbenpracht ist bei den meisten Arten außerordentlich. Häufig sind die Wangen unbefiedert. Die Cakadus (Cacatus) sind mit einer hohen, kammartigen, willkürlich aufrichtbaren Federholle geziert, deren citrongelbe oder hochrothe Farbe bei dem übrigens schneeweißen Gefieder den herrlichsten Anblick gewährt. Die Flügel der Papageien sind nur mäßig lang, werden auch mehr zum Flattern, als zu fortgesetzt andauerndem Fluge benutzt. Die Aras (Fig. 45) welche nur in Amerika gefunden werden, zeichnen sich aus durch einen sehr langen Schwanz, während derselbe bei den meisten übrigen Geschlechtern ziemlich, ja bei einigen sehr kurz ist. Das Skelett der Papageien besitzt eine vorzügliche



Fig. 451. Der Ara. 1/6 d. nat. Gr.

Biegsamkeit der Verbindung zwischen dem Oberschnabel und der Stirne. Die Gabelknochen sind sehr schwach, bei den Erdpapageien sind sogar nur geringe Spuren von Schlüsselbeinen vorhanden. Da hiedurch ein kräftiger Flug unmöglich ist, so muß die vollständige Verknöcherung des Brustbeines, welche bei den Papageien durch gar keinen Ausschnitt, sondern nur durch ein geringes Loch, oft selbst nicht einmal durch ein solches, verringert wird, um so mehr auffallen. Vielleicht bildet das Brustbein aber für diese Thiere einen zweckmäßigen Schutz gegen etwaigen Druck oder Stoß beim Gaukeln auf den Zweigen. — In Betreff der Muskulatur zeichnen die Papageien sich aus durch das Vorhandensein zahlreicherer Bewegungsmuskeln für die Kinnladen, durch welche ihnen eine mannigfaltige Bewegung der beiden Schnabelhälften insbesondere auch eine starke Hebung des Oberkiefers möglich ist, und durch welche das Angesicht derselben einen so seltsamen Ausdruck, ja, fast eine Art von Mienenspiel, bekommt. Da die Nahrung in Früchten besonders solchen, welche saftreich sind, zu bestehen pflegt, manche Gattungen aber auch Körner fressen, so sind die Verdauungswerkzeuge diesen Stoffen entsprechend eingerichtet und besonders ist der Darm so lang, wie er bei andern Vögeln nicht zu sein pflegt; freilich fehlen dafür auch die Blinddärme wieder gänzlich, eine Uebereinstimmung mit den, im Uebrigen so verschiedenen, Spechten, welche sehr auffallen muß. — Die Papageien sind die einzigen Vögel, welche ihre Nahrung theilweise zerkauen. Der untere Kehlkopf hat drei Muskelpaare, und so widerlich gellend und kreischend oder krächzend, ja mitunter miaulend, auch ihre Stimme ist, so sind sie doch einer großen Abwechslung derselben fähig und lernen menschliche Töne auf eine erstaunliche Weise nachahmen. Hiebei kommt ihnen freilich die Weichheit und Beweglichkeit ihrer fleischigen, dicken Zunge ebenfalls zu Hülfe. Bei dem Rüsselpapagei ist die letztere so lang und so weit vorstreckbar, daß sie zu dem ziemlich unpassenden Namen dieses merkwürdigen Vogels Veranlassung gegeben hat. Dieselbe ist walzrund und endigt in eine Art horniger Eichel, welche an der Spitze gespalten ist. — Alle Papageien sind sehr gelehrige Thiere, vorzüglich die Kakadus geben merkwürdige Beweise von Fähigkeiten. Auch die ganze Art und Weise dieser höchst geselligen Vögel, mit einander zu verkehren, zeugt von solchen. Sie treiben allerlei Spiele mit einander, necken und verfolgen oder liebkosen sich, tummeln sich auf den Zweigen umher, oder wälzen sich auf dem Boden, baden auch gemeinschaftlich und sind in vieler Beziehung gleichsam die Affen unter den Vögeln. — Sie nisten in Baumlöchern, und legen zu jeder Brut nur zwei Eier von weißer Farbe.

Die verschiedenen Familien der Klettervögel, welche wir soeben kennen gelernt haben, sind in sehr eigenthümlicher Weise auf der Erde vertheilt. In Europa sind nur die Spechte, nebst einigen Eisvögeln und Kuckucken, selten auch Bienenfresser, zu finden. Die Mannigfaltigkeit dieser Thiere nimmt in den wärmeren Gegenden zu. Besonders sind nur in diesen alle die seltsame großschnäbligen Vögel zu suchen, in deren Hervorbringung Südamerika und Australien mit dem wärmeren Theile Asiens und besonders mit Afrika zu wetteifern scheinen. Die Papageien beschränken sich ganz auf die heiße Zone und bei wenigen Geschöpfen hat jede Art nur eine so geringe Verbreitung, wie bei dieser Familie, indem oft eine einzelne Insel eine besondere Gattung aufzuweisen hat. — Von den

in Europa lebenden Klettervögeln sind die Kuckucke als sehr regelmäßige Zugvögel allgemein bekannt. — Noch verdient bemerkt zu werden, daß bei den meisten Klettervögeln die Weibchen von den Männchen sehr wenig unterschieden sind. Bei den Spechten ist es nur eine etwas verschiedene Färbung der Scheitelkappe oder ein etwas abweichender Ton der Grundfarbe, worin sich äußerlich die Paare unterscheiden. Dabei herrscht auch hier die Regel, welche wir häufig im Thierreiche und ganz besonders bei den Vögeln, bestätigt finden können, daß die Thiere in der ersten Jugend alle den Weibchen gleichen und daß erst später die Männchen sich auszuzeichnen beginnen. —

Vierte Ordnung.

Die Hühnervögel. Gallinæ.

Uebersicht.

Unterordnung. Singvögelartige. Passeroidæ.
1. Familie. Tauben Columbinae.
Unterordnung. Eigentliche. Hühnervögel Gallinaceae.
2. Familie. Sandhühner. Syrrhabtidae.
3. Familie. Feldhühner. Tetraonidae.
4. Familie. Fasanen. Phasianidae.
5. Familie. Baumhühnern. Penelopidae.
6. Familie. Steißhühner. Crypturidae.

Das gewöhnliche und allverbreitete Haushuhn (Fig. 452), dessen Natur wir bereits genauer betrachtet haben, steht in allen seinen Eigenthümlichkeiten einigermaßen

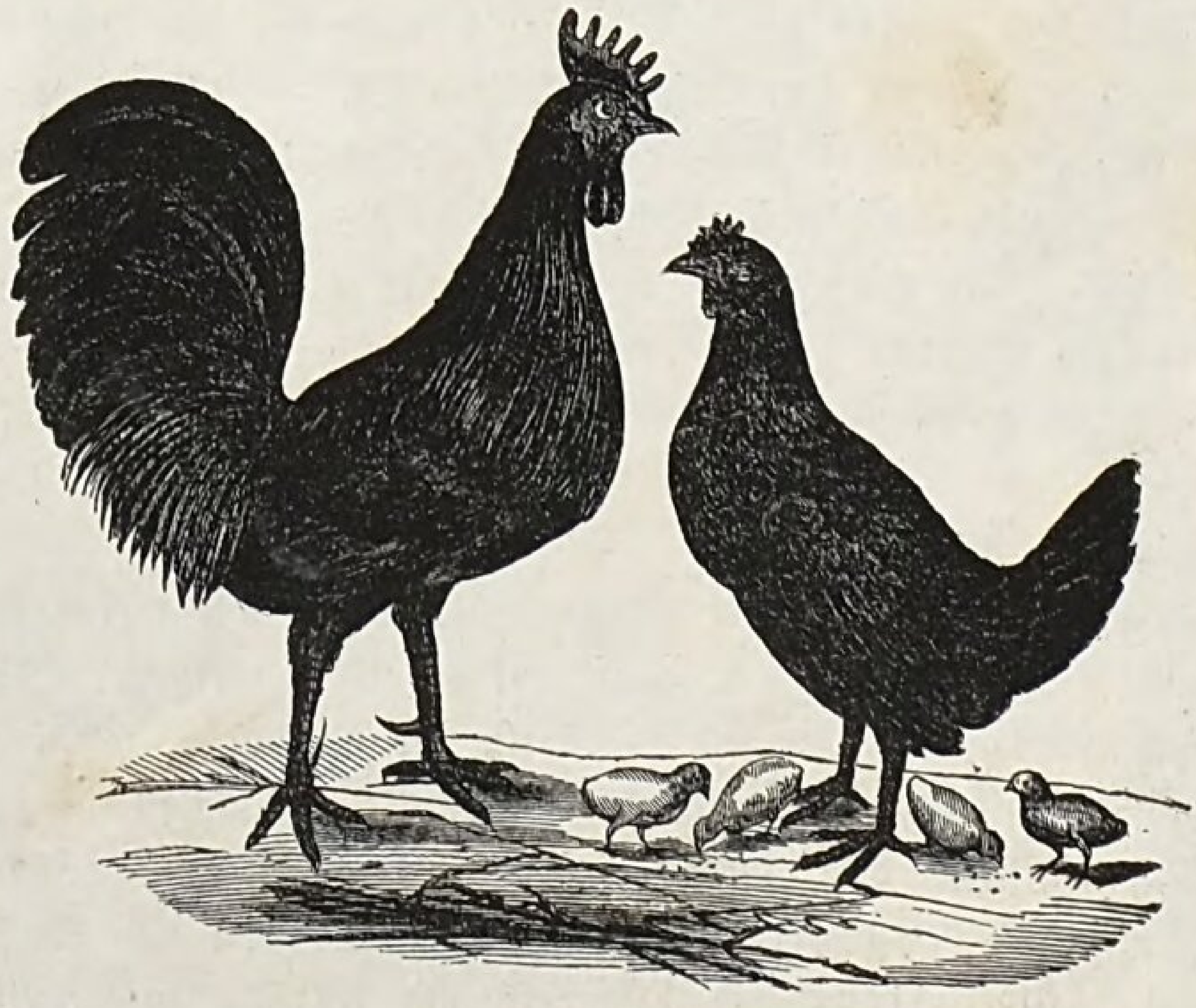


Fig. 452. Das Haushuhn (Phasianus gallus).

in der Mitte zwischen den verschiedensten Ordnungen der Vögel. Ebenso steht es insbesondere in der Mitte einer großen Anzahl von Vogelgattungen, welche man

in eine Ordnung zusammenzustellen und Hühnervögel zu nennen pflegt. Das Geschlecht der Tauben (Columba) bildet von dieser Ordnung in Hinsicht der Gestalt das eine Aeußerste und hat so manche Eigenthümlichkeiten, daß es ganz von den Hühnern getrennt und als eine besondere Ordnung betrachtet oder zu den Singvögeln gestellt werden könnte, sowie man die Straußhühner und die Wasserhühner, welche als das entgegengesetzte Extrem der Hühnervögel angesehen werden dürfen, gewöhnlich zur Ordnung der Stelzvögel zu rechnen pflegt. Außer den Tauben gehören zu den Hühnervögeln die Wald- und Feldhühner, die Schneehühner (Fig. 453), Fasanen, Pfauen (Fig. 455), Trut- und Perlhühner oder Hokkos (Fig. 454) u. s. w. Der Pfau erreicht eine Länge



Fig. 453. Das Schneehuhn (Lagopus alpinus). 1/4 d. nat. Gr.



Fig. 454. Das Hokkobaumhuhn (Crax alector). 1/10 d. nat. Gr.

von fast fünf Schuhen, während die Feldhühner einer Haustaube in der Größe gleichen. Die größte Taubenart, die Krontaube, ist so groß wie ein Truthuhn, die kleinste, die Erdtaube, kaum größer als eine Lerche. Bei allen diesen Vögeln ist der Schnabel nicht länger als der Kopf, der Oberschnabel gewölbt und mit seiner Spitze ein wenig über den Unterschnabel niedergebogen, an seinem Grunde mehr oder weniger weichhäutig und entweder mit einer Anschwellung, in welcher die Nasenlöcher durch eine Knorpelschuppe gedeckt sind (Tauben), oder wo die Anschwellung fehlt, und der Oberschnabel härter ist, mit einer Hornschuppe über jenen Oeffnungen versehen. Die Hokkos haben eine gefärbte Wachshaut, worin die Nasenlöcher stehen und erinnern dadurch an die Raubvögel. Der Schnabel der Hühnervögel ist zum Picken, durch welches dieselben sich ihre Nahrung zu verschaffen pflegen, bestimmt und deßhalb bei allen mit harter, fester Spitze versehen, bei vielen Gattungen aber auch an seinen übrigen Theilen so hart und fest, daß derselbe zugleich als eine kräftige Waffe zum Beißen, oder vielmehr zum Hacken dient. Die Beine der Hühnervögel sind meistens länger, als bei den Raub-, Sing- und Klettervögeln; allein schon bei den verschiedenen Abarten des Haushuhnes lernten wir in dieser Beziehung ziemliche Abweichungen, in größerer oder geringerer Länge der Tarsen kennen. Die Tauben ähneln in dieser Beziehung den Zwerghühnern, nur die molukkische Krontaube (Columba coronata) hat längere Füße und übertrifft sogar die Haselhühner (Tetrao bonasia), Schneehühner und Waldhühner

ziemlich. Dagegen schließen sich die Hokkos mehr an die hochfüßigen Stelzhühner. Bei allen Hühnervögeln stehen drei Zehen nach vorn und eine ist nach hinten gerichtet, nur der Unterschied ist zwischen den Tauben- und eigentlichen Hühnergattungen, daß die ersteren ganz freie Zehen, die letzteren dagegen in den Winkeln der Vorderzehen eine kurze Bindehaut besitzen, und daß die Hinterzehe der Tauben ganz in gleicher Höhe mit den Vorderzehen, bei den Hühnern aber etwas höher als diese zu stehen pflegt. Die Bedeckung der Füße besteht bei den meisten dieser Thiere aus weicheren oder härteren Hornschildern, welche auf der Vorderseite als Schienen, auf der Hinterseite als netzartig umgrenzte Plättchen erscheinen, allein bei vielen kommen auch befiederte Füße vor und zwar bald halb, bald ganz befiederte Tarsen, bald selbst befiederte Zehen. Die Sohlen der echten Hühnervögel sind sehr schwielig und oft an den Seitenrändern gezähnelt (Fig. 413). Alle Vögel dieser Ordnung haben stumpfe und breite, dabei aber starke Nägel an allen Zehen und benutzen dieselben theilweise zum Scharren. Bei den meisten sind die Beine sehr kräftig, zumal die Tarsen dick und häßlich; nur die Tauben machen auch in dieser Hinsicht eine Ausnahme. Wie die Haushühner, so sind auch die Pfauen, Fasanen und Truthühner mit Sporen über den Hinterzehen versehen, welche vorzugsweise den männlichen Vögeln zukommen. Die sogenannten Spornenpfauen tragen an jedem Tarsus zwei solche Waffen. — Bei allen Hühnervögeln ist der Hals in seiner Länge der Höhe der Gangwerkzeuge entsprechend, wie es für Thiere, welche gehend ihre Nahrung mit dem kurzen Schnabel vom Boden auflesen müssen, nothwendig war.

Das Gefieder hat viele Auszeichnungen. Bei manchen sind an den Wangen und an andern Stellen des Kopfes die Federn durch nackte Hautbildungen verdrängt. So hat die türkische Taube, eine Abart der gemeinen Taube (Columba livia, var. turcica), um den Schnabel und die Augen eine rothe, warzige Wachshaut, welche bisweilen die Augen fast verdeckt. Die Waldhühner haben nackte, schwielige, meistens rothe Augenbrauenflecke. Die gemeinen Perlhühner (Numida meleagris) tragen auf der Stirn einen rothen, schwieligen zackenlosen Auswuchs (Helm), welcher mit dem Alter verknöchert, und zu jeder Seite des Oberkiefers hangt an den Wangen ein nackter Hautlappen. Bei den Truthühnern (Meleagris gallopavo) ist der Kopf und Vorderhals ganz nackt und mit warzig schwieliger, weißlich blau und roth gefärbter Haut bedeckt, welche sich an der Kehle als eine Wamme herabzieht und hier in zwei Lappen endigt, und über der Schnabelwurzel befindet sich ein seltsamer hangender Hautzapfen, welcher sich in der Leidenschaft verlängert und dabei blutroth färbt. Die Satyrfasanen (Phasianus satyrus) im nördlichen Ostindien sind ebenfalls mit einer ausdehnbaren Kehlwamme versehen und tragen hinter jedem Auge einen kleinen, dünnen Hornauswuchs. Der Steinhokko (Crax pauxi) bekommt mit dem Alter auf der Schnabelwurzel einen eiförmigen Höcker von hellblauer Farbe, welcher so groß wird, wie der Kopf des Thieres und dessen Masse mit der Zeit steinhart verknöchert. Andere ähnliche Vögel haben noch mancherlei derartige Auswüchse. Wie wir aber schon bei den Haushühnern statt solcher Hautwucherungen zuweilen Federhollen antrafen, so sind auch viele andere Hühnervögel mit solchen geziert. Das gehäubte Perlhuhn (Numida cristata)

hat statt eines Helmes eine Federnhaube; die Krontaube trägt einen Busch langer, fein zerschlitzter Federn auf dem Scheitel. Der Pfau besitzt einen ähnlichen Schmuck von sieben äußerst schönen Federn. Das Haselhuhn trägt eine Federnhaube und einen Wangenbart von längerem Gefieder. Die Baumhokkos (Fig. 454) haben eine besonders seltsame Holle, deren an ihrem Ende gekräuselte Federn vom Hinterkopfe zur Stirne gerichtet sind, und ähnlich gestellt bilden die Scheitelfedern der Schleiertaube (C. livia var. cucullata) eine eigenthümliche Kapuze. Der Auerhahn (Tetrao urogallus) besitzt unter dem Schnabel einen Bartbüschel von Federn. — Die Fasanen haben lange Halsdeckfedern, welche bei einer in Indien entdeckten Art (Ph. Sonnerati) an drei Stellen statt Bartfasern Hornplatten tragen, und ähnliche Hornplatten finden sich bei diesem Thiere auch an den Rückendeckfedern, ja die kleineren Flügeldeckfedern desselben haben gar keine Fahne, sondern sind nur ruderförmige zimmtrothe Schäfte. — Sehr eigenthümlich sind die roßhaarähnlichen, von solchen wirklich kaum unterscheidbaren, Federschäfte, welche in einen langen pinselartigen Büschel auf der Kropfgegend des Truthahnes zwischen dem Gefieder hervorhangen. — Die Schwungfedern der Flügel sind bei den Taubengattungen lang, zumal die Schwungfedern erster Ordnung, und wirklich sind die Tauben zum Fluge sehr tüchtig. Dagegen die Hühnergattungen besitzen nur kurze Schwungfedern und fliegen fast gar nicht, wenn sie nicht gescheucht werden. Alle Hühner und auch die Tauben schlagen ziemlich schnell und dabei sehr heftig mit den Flügeln, wodurch bei den sogenannten Klappertauben die Spitzen derselben unter der Brust sich zu treffen pflegen und mitunter so kräftig zusammenschlagen, daß die Armknochen zerbrechen. Uebrigens haben die Tauben wegen der Heftigkeit ihres Fluges bei der Länge ihrer Schwingen eine außerordentliche Schnelligkeit. Man benutzt die gewöhnlichen Haustauben nicht selten als Briefträger, ein Gebrauch, welcher in alten Zeiten von hohem Werthe war, jetzt aber mehr und mehr überflüssig wird. Auf solchen Reisen legen die Brieftauben zehn deutsche Meilen in jeder Stunde im Fluge zurück, wobei sie das ihnen angehängte Briefchen unter dem Flügel zu tragen haben. — Die Steuerfedern des Schwanzes sind bei den Tauben ebenfalls länger, als bei den Hühnergattungen, unter denen es sehr kurzschwänzige Arten und wie wir gesehen haben, sogar eine ganz schwanzlose Abart des gemeinen Haushuhnes gibt. Aber die Schwanzdeckfedern vergrößern sich bei einigen Tauben und bei vielen Hühnern, besonders bei den männlichen Thieren, so sehr, daß sie die Steuerfedern an Größe erreichen und oft sogar weit überragen. Schon die Pfauentaube, ebenfalls eine Abart der gemeinen Haustaube, deren Schwanz, statt aus zwölf Federn zu bestehen, deren über dreißig enthält und fächerartig ausgebreitet und aufgerichtet werden kann, zeigt ein Beispiel dieses Verhältnisses. Von den Haushähnen und von den diesen letztern sehr ähnlichen Fasanen brauchen wir nicht mehr zu reden. Der Truthahn zeichnet sich durch seinen Schwanz bedeutend aus, indem er denselben zu einem stolzen, gewaltigen Fächer ausbreiten kann. Alle andern Vögel übertrifft freilich in dieser Beziehung der Pfau (Fig. 455), dessen außerordentlich zahlreiche Schwanzdeckfedern, von denen die hintern Bürzelfedern die längsten sind, sehr locker gestellte Bartfasern und nur an ihrem Ende eine dichtere breite Fahne tragen. — Die Schönheit der Farben und der Glanz des Gefieders erreicht bei vielen Hüh-

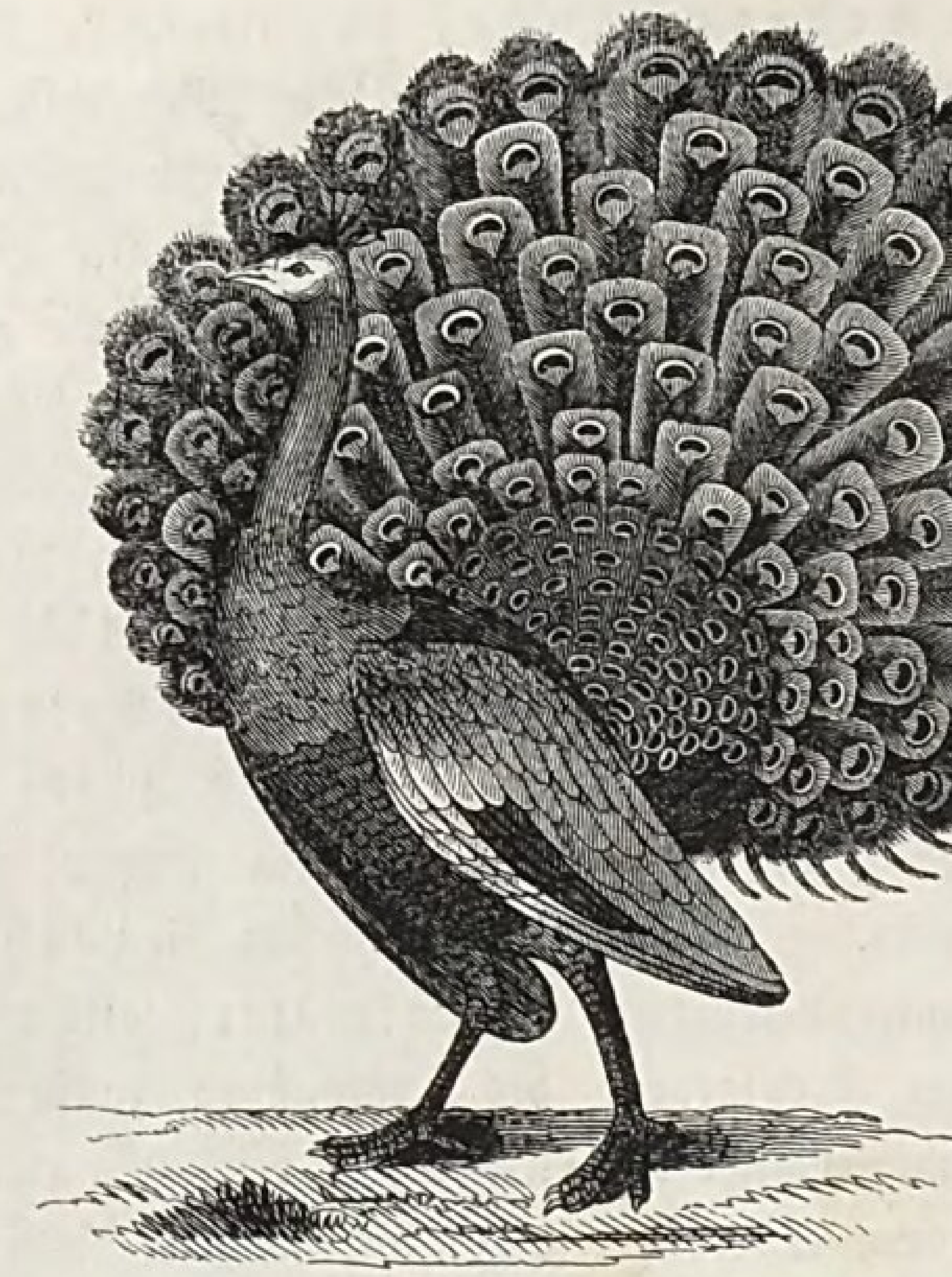


Fig. 455. Der Pfau (Pavo cristato). — 1/10 d. nat. Gr.

nervögeln einen unübertrefflichen Grad. Die schönsten Arten, welche unsre Höfe oder Gärten zieren, Fasanen, Haushühner und Pfauen stammen ursprünglich aus **wärmeren Gegenden des südlichen Asiens**. Während bei den Tauben die **Männchen** und **Weibchen** keinen Unterschied des Federkleides wahrnehmen lassen, ist bei den eigentlichen Hühnern der Hahn stets mehr oder weniger durch ein weit entwickelteres und prachtvolleres Gefieder kenntlich. — Die Haustauben wechseln ebenso wie die Haushühner in ihrer Färbung mannigfach; dagegen ist dieses weit weniger bei den Truthühner und gar nicht bei den Pfauen der Fall. — Die Schneehühner liefern uns ein merkwürdiges Beispiel von dem Einflusse des Klima's auf die Färbung der Thiere, indem diese Vögel in den Alpengegenden im Sommer braungelb und ziemlich bunt gezeichnet sind, im Winter dagegen ein schneeweißes Kleid tragen; in den nordischen Ländern aber sind sie stets weiß.

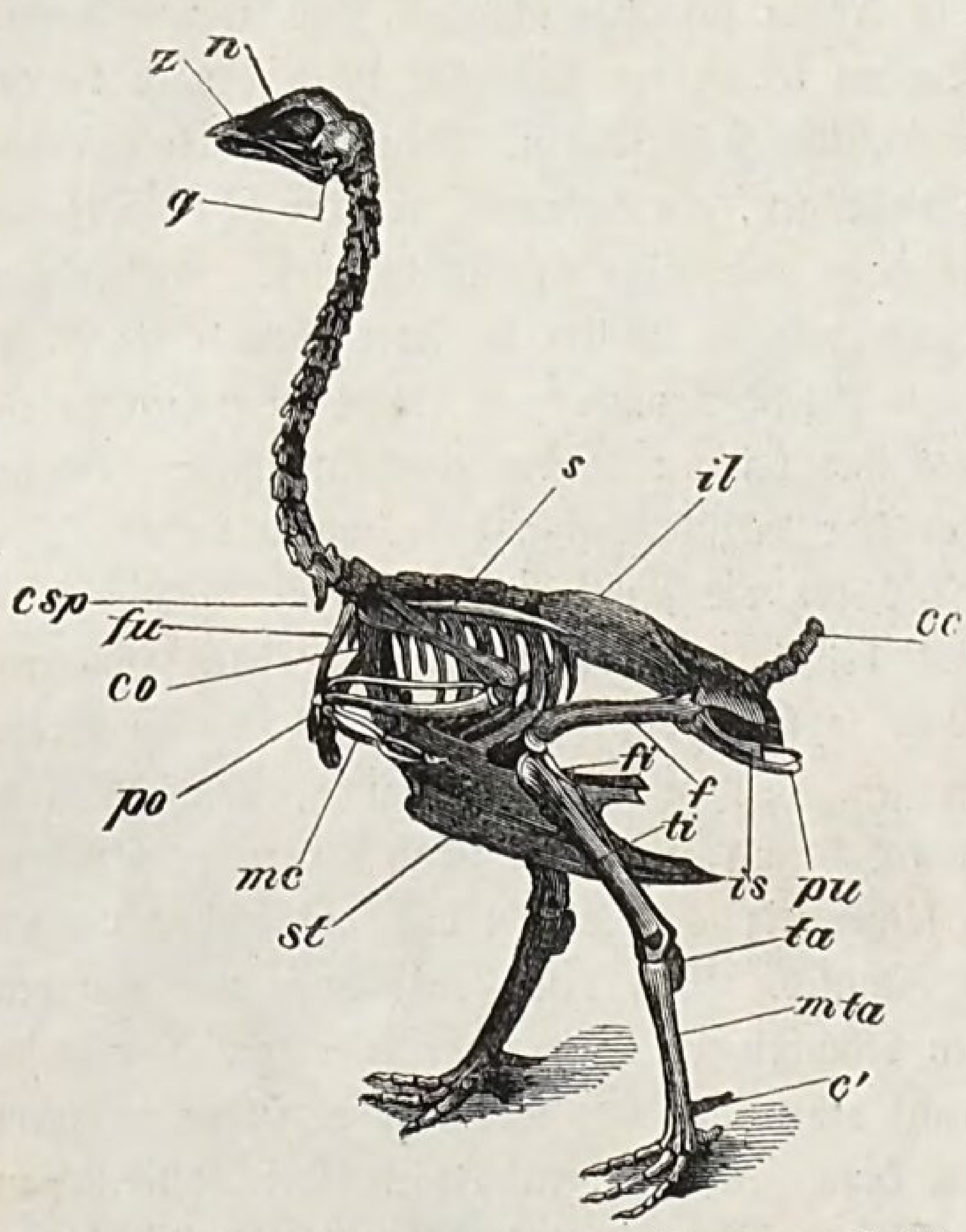


Fig. 456. Das Skelett des Haushuhnes (Phasianus gallus).*

* z Zwischenkieferbein; *n* Nasenbeine; *q* Quadratbein; *cc* der letzte Schwanzwirbel; *csp* falsche Rippen; *st* Brustbein; *il* Hüftbein; *is* Sitzbein; *pu* Schoßbein; *f* Oberschenkelknochen; *fi* Fessel; *ti* Schienbein; *ta* Fußwurzel; *mta* Mittelfuß; *c'* Sporn; *s* Schulterblatt; *co* Rabenschnabelbein; *fu* Gabelknochen (Schlüsselbeine); *po* Daumen; *mc* Mittelhand.

Der **Knochenbau** (Fig. 456) ist durch die nähere Beschreibung des

Haushuhnes genügend dargestellt worden. Die kurzhalsigen Tauben haben der Zahl nach nur einen Wirbelknochen im Halse weniger (12), als die Hühner (13), aber die Kürze ihrer Halswirbel ist auffallend. Die Ausschnitte des Brustbeines sind bei mehren Hühnergattungen, welche fast nie fliegen, so bedeutend, daß die Seitentheile dieses Knochengerüstes dadurch fast fehlen. Auch ist der Kamm desselben schief nach vorn abgestutzt und dadurch vermindert. Das Brustbein der Tauben ist allerdings auch ziemlich tief ausgeschnitten, doch weit knochiger als bei den eigentlichen Hühnern und der Kamm desselben ist bedeutend höher. Ebenso ist das Becken der Tauben verhältnißmäßig breiter, wodurch sie sich ebenso, wie durch manche andere Uebereinstimmung, den Singvögeln nähern. Dieselben zeichnen sich ferner durch die starken Vorsprünge des kurzen Oberarmknochens aus.

Da die Vögel dieser Ordnung häuptsächlich Körner fressen, so ist ihr Kropf, dieser Nahrung angemessen, sehr weit und dehnbar, der Magen (Fig. 457) sehr muskulös. Besonders bei den Tauben ist der Kropf außerordentlich groß und die Kropftaube (Col. livia var. gutturosa) ist im Stande, denselben zu einer ihren ganzen übrigen Körper übertreffenden Größe aufzublähen, indem sie Luft schluckend in denselben hinabdrückt.

Die Stimmwerkzeuge sind sehr einfach, zumal bei den Tauben, welche

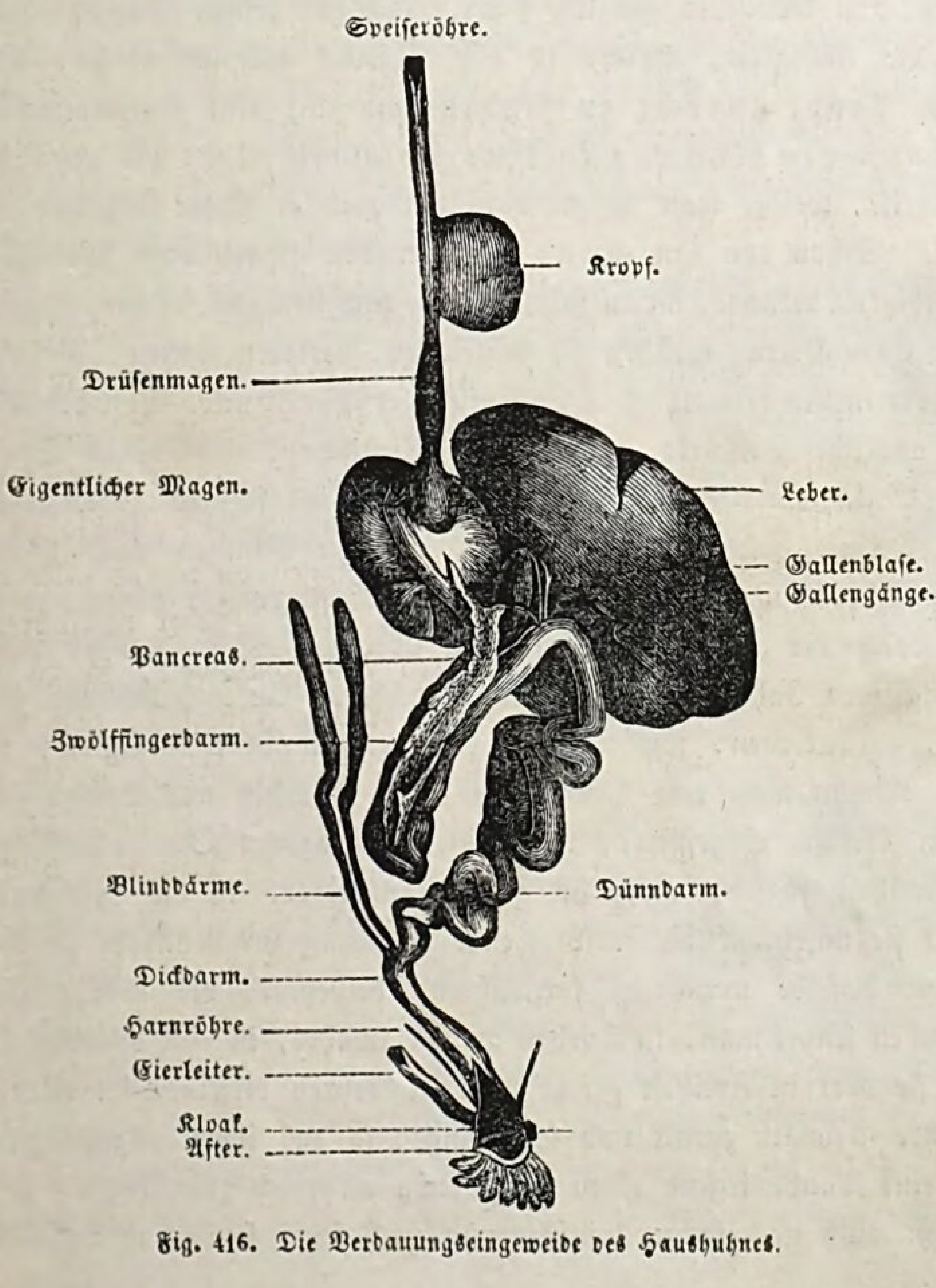


Fig. 416. Die Verdauungseingeweide des Haushuhnes.

letztere an ihrem untern Kehlkopfe nur einen einzigen Muskel besitzen und daher auch nur ganz geringer dumpfer Stimmen fähig sind, während die übrigen Hühnervögel sehr helle, gellende, kreischende Töne ausstoßen. Eigenthümliche Gurgeltöne, zu denen das Trommeln, Girren und Lachen der Tauben, das Schluchzen der Truthühner, das Glucken der Haushühner, das Schleifen der Auerhähne gehört, zeichnen diese Ordnung der Vögel aus. Lieblich klingend ist nur der eine einfache, im Daktylustakte ertönende und dem Schalle einer Wasserflöte ähnliche Ruf der Wachtel (Perdix dactylisonans), welche zum Geschlechte der Feldhühner zu rechnen ist. — Bei mehren Hühnervögeln macht die Luftröhre eigenthümliche Biegungen, bevor sie in die Lungen tritt. Schon beim Auerhahne sind solche sehr auffallend; bei den Steinhokkos aber läuft die Luftröhre sogar auf der rechten Seite des Brustbeinkammes bis zum Ende desselben, schlingt sich dort zur linken Seite herum, auf welcher sie zurückläuft, und geht erst dann durch die Gabel in die Brusthöhle. Aehnlich ist es bei mehren andern Hokkos. Man kennt die Absicht dieser höchst befremdenden Einrichtung nicht.

Von den höheren Fähigkeiten könnte man mancherlei, z. B. eine nicht geringe Gelehrigkeit anführen. Vor allen aber verdient hier eine Fähigkeit hervorgehoben zu werden, welche allen Vögeln mehr oder weniger zukommt, und von welcher wir, weil dieselbe dem Menschen gänzlich fehlt, uns gar keinen Begriff machen können. Dieses ist die Fähigkeit, welche es den Thieren möglich macht, sich in dem fremdesten Lande zurecht zu finden und auf eine Entfernung von mehren hundert Stunden den Rückweg in ihre Heimath nicht zu verfehlen, selbst nach einer Reise, welche man sie zur Nachtzeit oder in einem Behälter eingeschlossen machen ließ. Schon von den Hunden unter den Haarthieren sind Beispiele einer ähnlichen Fähigkeit bekannt, indem solche Thiere zuweilen aus fernen, fremden Ländern, nachdem sie ihren Herrn, welchen sie begleiteten, verloren hatten, zurückgekehrt und plötzlich wieder in der heimathlichen Behausung erschienen sind. Von den Schwalben kennt man ähnliche Beispiele, indem der italienische Naturforscher Spallanzani zu wiederholten Malen ein Uferschwalbenpaar nach Mailand schickte und dieselben, nachdem sie dort in Freiheit gesetzt waren, binnen dreizehn Minuten nach Pavia zu ihren Jungen zurückkehren sah. Auch die wunderbaren Wanderungen dieser und aller andern Zugvögel, welche die weitesten Reisen selbst über das Meer hinüber vollführen und stets im folgenden Jahre genau zu ihrem früheren Aufenthaltsorte, ja zu ihrem alten Neste, zurückkehren, sind Beweise von der nämlichen Fähigkeit, von welcher wir reden. Nimmt man eine Henne von ihren Küchlein und bringt sie, in einem verschlossenen Gefäße eingesperrt, nach einem entlegenen Orte, so fliegt sie, nach erhaltener Freiheit sogleich möglichst gerade aufsteigend in die Luft und blickt um sich, worauf sie unfehlbar die entsprechende Richtung zur Rückkehr zu ihren Jungen einschlägt und dieselbe unentwegt fortwährend beibehält, bis sie ihr Ziel erreicht. Die Brieftauben sendet man, in Körben wohl verwahrt, in eine beliebige ferne Stadt, und sobald sie dort in Freiheit gesetzt werden, kehren dieselben im eilendsten Fluge wieder in ihre Heimath zurück und überbringen so das ihnen angehängte Briefchen. Läßt man eine Taube irgend einen Weg etwa mehrfach zurücklegen, so kann man ihrer Rückkehr auch nach langer Einsperrung noch sicher sein, und man ist auf diese

Weise im Stande, sich in manchen Fällen sehr wichtige Botschaften zu verschaffen auf einem Wege, für welchen nicht leicht ein Hinderniß zu fürchten ist.

Merkwürdig sind die Wandertauben (Columba migratoria) in Nordamerika, sowohl durch ihre außerordentliche, alle Vorstellung übersteigende Menge, als durch die unregelmäßigen Wanderungen, zu welchen dieselben sich durch den bald entstehenden Mangel an Nahrung an jedem Aufenthaltsorte gezwungen sehen. Diese Vögel lassen sich in Schaaren, welche im schnellsten Fluge mitunter Züge bilden, die, Wolken gleich, mehre Tage lang den Himmel verdunkeln, in einzelnen Waldlandschaften nieder, um dort eine Brut zu machen. Alle Bäume sind dann mit den Nestern derselben so dicht bedeckt, daß die Zweige häufig niederbrechen, und meilenweite Forsten zeigen überall in gleichem Grade dieses Schauspiel. Die Tauben fliegen, um das nöthige Futter zu finden, täglich viele Meilen umher, da sie in einer Stunde sehr weit zu reisen im Stande sind. Unmöglich könnte sonst eine Gegend die Menge dieser Thiere auch nur einige Tage lang ernähren. Sobald die Jungen fliegen können, zieht die ganze Kolonie wieder an einen andern Ort, woselbst sich dasselbe Schauspiel sogleich wiederholt.

Die Haustauben sind, ähnlich wie die Haushühner und wie die Hausthiere, welche wir unter den Haarthieren kennen lernten, in ihrer, der Wildniß entfremdeten und unter den mannigfachsten Einflüssen veränderten Lebensweise zu vielen Abarten ausgeartet. Schon sind die Türkischen Tauben, die Pfauentauben, Kropftauben und Schleiertauben, sowie die Klappertauben erwähnt, und es ließen sich noch mancherlei andere Abarten anführen. Bei den Strupptauben sind alle Federn mit der Spitze nach außen umgekrümmt, wodurch diese Thiere, gleich den Strupphühnern, ein höchst seltsames Ansehen bekommen.

Alle Hühnervögel, die gezähmten, wie die wildlebenden, gewähren durch ihr treffliches Fleisch, in Folge ihrer vorzugsweise dem Pflanzenreiche entnommenen und nur hie und da mit Würmern und Insekten vermengten Nahrung, eine schätzbare Speise. Die Wandertauben werden in Nordamerika zu Millionen an den Brüteplätzen getödtet, und man nimmt von denselben großentheils nur das Fett, welches sich auf ziemliche Zeit aufbewahren läßt, und an welchem die Jungen besonders reich sind. Für uns sind die Taubenschläge stets reichliche Vorrathskammern, da die Vermehrung der Tauben so stark ist, wie bei wenigen andern Thieren. Doch besteht die Stärke dieser Vermehrung nicht in der Zahl der Eier, welche zu einer Brut gelegt werden, denn es sind stets nur zwei, sondern in der häufigen Wiederholung der Brut. Schon nach Verlauf von vier Wochen sind nicht allein die Jungen soweit, daß sie ein Nest bereiten, sondern auch die Alten beginnen eine neue Brut. In Folge dessen können von einem einzigen Paare nach Verlauf von vier Jahren schon 1500 Stück abstammen. Die eigentlichen Hühnervögel, und zwar alle Gattungen, legen zu jeder Brut weit mehr Eier, selten unter acht, oft dagegen 18 bis 20, dadurch ist auch ihre Vermehrung; obgleich sie jährlich nur einmal brüten, sehr bedeutend, und von den Wachteln, welche ausgezeichnete Zugvögel sind, werden auf manchen Inseln des Mittelmeeres, auf welchen sie sich ermüdet niederzulassen pflegen, bei ihrem Durchzuge viele Tausende gefangen. Von der größten Wichtigkeit für den Menschen ist es aber, daß diese Vögel, wenn man ihnen die

Eier wegnimmt, regelmäßig neue legen. Man kann schon die Perlhühner und einige andere Hühnerarten auf diese Weise dahin bringen, daß sie jährlich mehr als ein halbes Hundert Eier legen. Die Haushühner sind aber durch den langen Verkehr mit dem immer begehrlichen Menschen dahin gebracht, daß bei ihnen der eigentliche Naturzweck des Eierlegens gleichsam vergessen und das Eierlegen selbst zum Zwecke geworden ist. Diese nützlichen Thiere legen, so lange die Kälte nicht zu groß wird und wenn der Wechsel des Federkleides nicht ihre Kräfte auf kurze Zeit zu sehr schwächt, das ganze Jahr hindurch und können es auf anderthalb bis zweihundert Eier in einem Jahre bringen, während sie nur mitunter den Trieb zum Brüten verspüren und dieser bei manchen sich gar nicht einstellt. Die Hennen legen sogar ohne vorhergegangene Paarung mit einem Hahne, und die Eier, welche in diesem Falle unfähig sind, den Keim zu entwickeln, können dann gar nicht dem eigentlichen Zwecke, sondern nur zur Nahrung für den Menschen dienen. Auf so wunderbare Weise vermag der Mensch die Anordnungen der Natur zu seinem Vortheile auszubeuten.

Die Jungen der Tauben sind Nesthocker, d. h. unfähig sich von ihrem Platze zu bewegen, nackend und blind. Sie werden von den Alten ziemlich lange aus dem Kropfe geätzt, und zwar in der ersten Zeit nicht mit Körnern, sondern mit einem milchartigen Schleime, der sich im Kropfe dieser Vögel erzeugt und durch welchen dieselben uns daran erinnern, daß bei keinem Vogel eine Spur von den keinem Haarthiere fehlenden Milchdrüsen oder Eutern vorkommt. Die Jungen der übrigen Hühnervögel sind Pippel, d. h. sie springen, kaum aus dem Ei geschlüpft, munter herum und suchen sich ihre Nahrung selber. Dieselben sind, wie die Küchlein des Haushuhnes, schon im Ei mit Flaum bedeckt und nach drei Wochen völlig befiedert.

Auch in anderer Beziehung haben die Tauben, welche sich durch ihre Flügel den Luftvögeln nähern, während die übrigen Hühner entschiedene Erdvögel sind, mancherlei Unterschiede von letztern. So bauen sie ihre Nester, mit Ausnahme der Krontaube, auf Bäumen und tragen dieselben aus Reisig und Halmen zusammen. Die Krontaube und alle eigentlichen Hühnergattungen bauen dagegen nur ein unscheinbares Nest auf ebener Erde, ja manche der letztern bauen eigentlich gar kein Nest, sondern legen die Eier in eine geringe Vertiefung, welche mit zusammengepreßten Blättern oder Halmen nothdürftig bedeckt ist. Nur die Hokkos nisten, wie die Tauben, auf Bäumen, weßhalb man sie auch Baumhühner nennt. —

Die von den Weibchen äußerlich nicht unterscheidbaren Männchen der Tauben theilen sich mit den Weibchen in das Geschäft des Brütens und tragen auch dem Weibchen noch Nahrung zu. Sie halten auch stets treulich paarweise zusammen. Ganz anders ist es bei den meisten eigentlichen Hühnervögeln. Der durch Größe und stolzeres Gefieder ausgezeichnete Hahn versammelt um sich eine große Zahl von Hennen, bis auf zwanzig Stück, bekümmert sich aber nicht um das Brüten. Die Haselhühner, Schneehühner, Feldhühner leben paarweise; bei diesen sind auch die Hähne wenig vor den Weibchen ausgezeichnet.

Fünfte Ordnung.

Laufvögel. Cursores.

Uebersicht.

1. Familie. Trappen. Otidæ.
2. Familie. Strauße. Struthionidæ.
3. Familie. Kiwis. Apterygæ.

Die Strauße, Kasuare, Trappen, sowie die Kiwis bilden eine eigene Ordnung. Dieselbe ist zwar wenig zahlreich, aber desto reicher an Eigenthümlichkeiten, welche am besten bei jeder Gattung im Einzelnen betrachtet werden. Ungenügende Flugwerkzeuge, und sehr starke, zum Laufen geeignete Füße sind die Merkmale, welche mehr oder weniger diese Vögel vereinigen.

Die Trappen (Fig. 458) könnten auf den ersten Blick für Hühnervögel gehalten werden, aber der Bau der Gangwerkzeuge unterscheidet sie. Die Schilderbedeckung erstreckt sich nicht bloß auf die sehr langen und starken Tarsen, sondern dehnt sich auch noch auf den untern Theil des Unterschenkels aus; die drei Vorderzehen sind freilich ganz wie bei den Hühnern gebildet, selbst die Bindehaut in den Winkeln derselben fehlt nicht, aber es ist keine Hinterzehe vorhanden. Die Länge des Halses entspricht dem der Füße. Diese sind zu sehr raschem Laufe

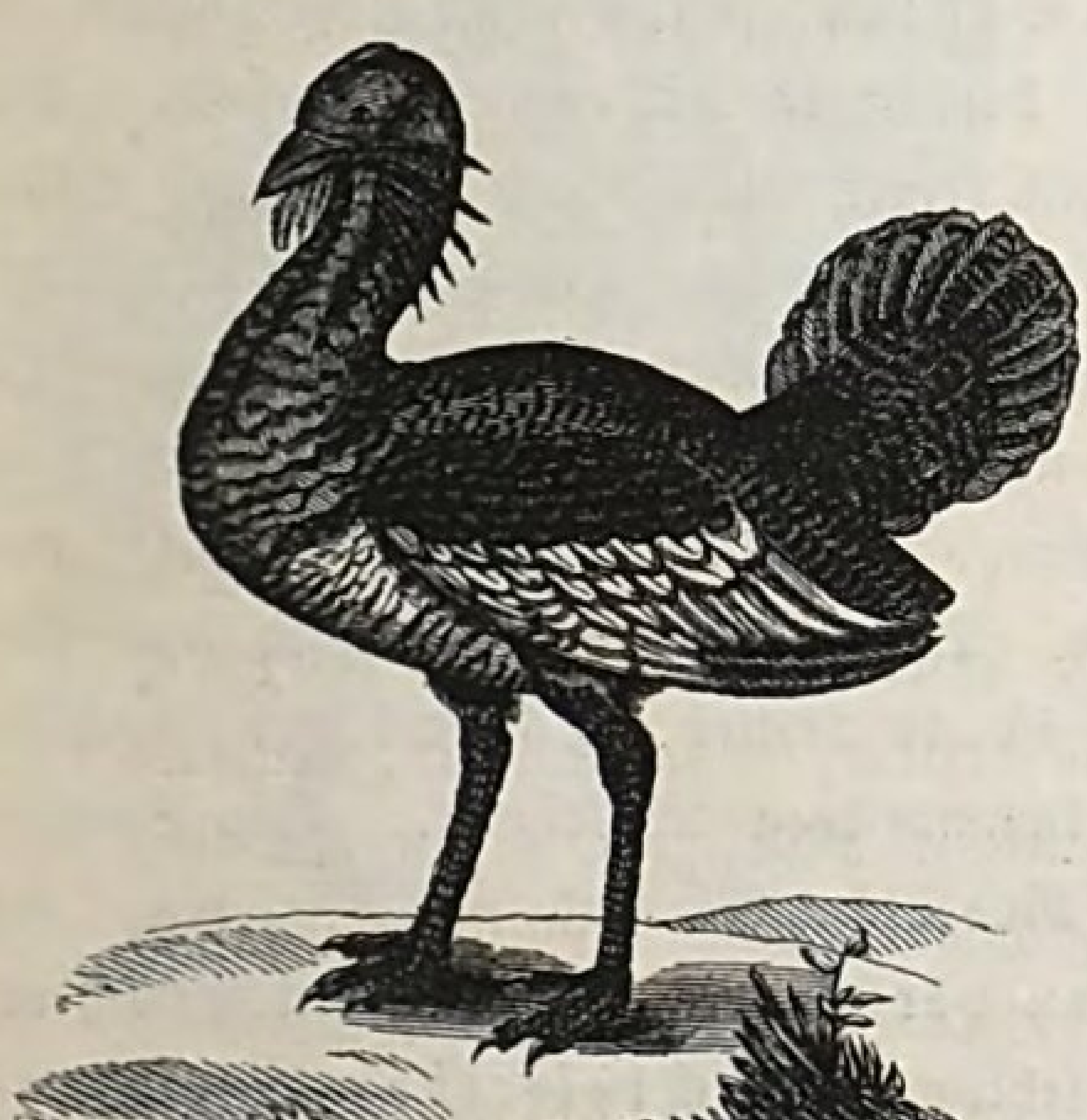


Fig. 458. Die Trappe (Otis tarda). $^1/_{14}$ d. nat. Gr.

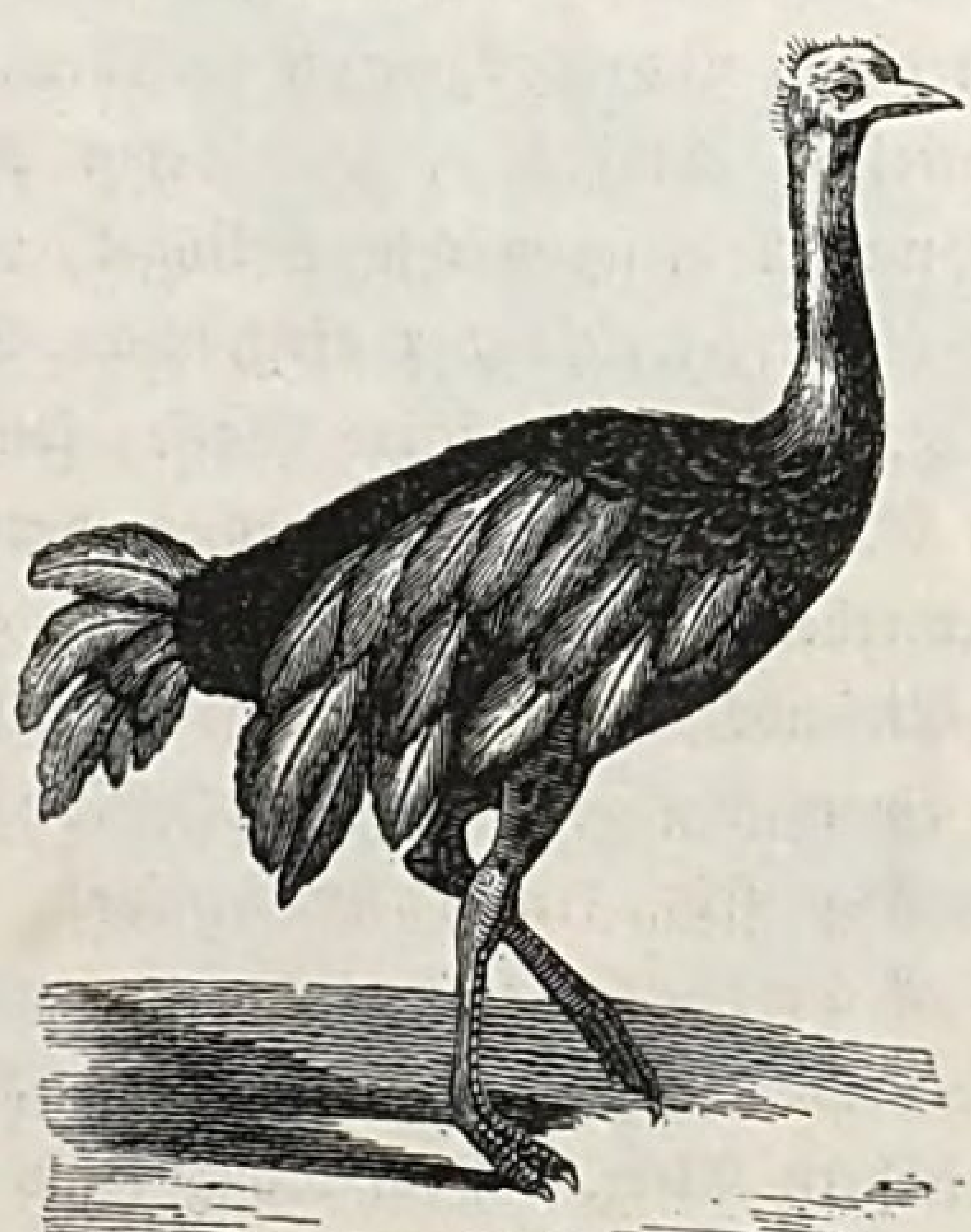


Fig. 459. Der afrikanische Strauß (Struthio camelus). $^1/_{40}$ d. nat. Gr.

geschickt, wogegen die Schwingen nur einen schwerfälligen Flug gestatten. Bei letzterem ziehen die Trappen die Füße nicht an den Leib, wie alle Raubvögel, Singvögel, Klettervögel und Hühnervögel, sondern sie strecken dieselben gerade nach hinten, wie die Stelz- und Schwimmvögel. Die Flügel dienen ihnen beim Laufe als Luftruder. Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen nur durch einen Schopf von langen locker und schmal gebärtelten Kehlfedern. Weit abstehende zerschlissene Wangenfedern zieren diese Vögel mit einer Art von Schnurr-

bart. Es gibt eine kleine und eine größere, letztere 3½ Fuß hohe, Trappenart. Beide leben ganz nach Art der größern Hühnervögel. Sie sind die einzigen Thiere dieser Ordnung in unserem Erdtheile.

Die Strauße Fig. 459) sind noch mehr und noch ausschließlicher zum Laufen geschickt. Bei einem ziemlich plumpen, hühnerartigen Rumpfe, versehen mit sehr langem Halse und sehr langen Beinen, besitzen dieselben gar keine Fähigkeit zum Fliegen. Ihre Schwungfedern, mit dünnen, schwachen und biegsamen Schäften, sind nicht geeignet, der Luft kräftigen Widerstand zu gewähren, bilden vielmehr mit ihren breiten, lockern und weichen Bärten wallende Büschel. Die Steuerfedern des Schwanzes haben die nämliche Beschaffenheit. Kopf und Hals sind beim afrikanischen Strauße fast nackend, nur mit Borstenfedern spärlich besetzt, beim amerikanischen Nandu (Rhea Americana) und beim neuholländischen Emu (Dromæus novæ Hollandiæ) dünn befiedert. Die Augenlider dieser Vögel sind bewimpert. Die Beine sehr dick, die Unterschenkel, besonders aber die Tarsen lang, und auch die erstern noch fast ganz unbefiedert. Die federlosen Theile bekleidet nur ein dickes Leder, wie denn überhaupt die Strauße weit dickere Haut besitzen, als die übrigen Vögel. Hornige Schienen bedecken nur die Vorderseite der Tarsen und die Zehen. Letztere sind beim Strauße nur mit zwei Vorderzehen, von denen die innere nur halb so lang ist als die äußere und keinen Nagel trägt; beim Nandu und Emu mit drei, der Nägel nicht entbehrenden, Vorderzehen versehen, deren Sohlen, fast wie die Zehensohlen der Kameele, schwielig, und deren Nägel hufartig dick und kurz sind. Der Schnabel dieser mächtigen Vögel, von denen keiner unter einer Höhe von 6 Schuhen bleibt, welche der afrikanische Strauß jedoch oft noch um zwei Schuhe überschreitet, ist keine kräftige Waffe, sondern ähnelt einem Gänseschnabel in der Gestalt. Die Nasenlöcher durchbrechen denselben nicht nahe vor der Stirn, sondern im Vordertheile, wie die Schnauze der Haarthiere. — Das Skelett (Fig. 460) dieser Riesenvögel hat viele Eigenthümlichkeiten. Die Rückenwirbel sind beweglich mit einander verbunden. Das Brustbein ist ein breiter, flachgewölbter, verhältnißmäßig sehr kleiner Knochenschild ohne kammartigen Mittelgrat. Die Knochen des Schultergerüstes, Schulterblatt, Rabenschnabel und Schlüsselbein, sind mit einander zu einem einzigen Knochen verwachsen; beim Emu wenigstens im höhern Alter. Dem Nandu und Emu fehlen die Schlüsselbeine fast ganz. Aber auch beim afrikanischen Strauße bilden dieselben keinen Gabelknochen, sondern liegen nur als kleine Stäbe vor dem Brustbeine. Die Armknochen und Hände sind sehr kurz. Der Daumen und der äußere Finger tragen spornartige Nägel. Das Beckengerüste dieser Vögel ist sehr stark gebaut. Die Schoßbeine vereinigen sich zu einem geschlossenen Schoßbogen, was bei keinem andern Vogel sich ähnlich findet, dagegen bei den Haarthieren, wie wir uns erinnern, ganz regelmäßig der Fall ist. Die Hüftbeine treten über den Kreuzwirbeln, zusammmen und bilden so ein festes Knochengewölbe über denselben. Beim Nandu schließen sogar die Sitzbeine unter den Kreuzwirbeln auch zusammen, was ebenfalls bei keinem andern Vogel vorkommt. Merkwürdig sind zwei eigenthümliche Knochenstummeln, welche in den Bauchmuskeln des afrikanischen Straußes vor

den Schoßbeinen liegen und welche an die Beutelknochen der australischen Haarthiere erinnern. Ebenso wie das Becken sind auch die Hintergliedmaßen sehr stark. Der gewaltige Oberschenkelknochen hat sehr bedeutende Luftzellen, um dieses am meisten gebrauchte Glied möglichst zu erleichtern, während die übrigen Knochen fast ganz massiv sind. Diesem Knochenbau entsprechend sind auch die Brust- und Armmuskeln sehr gering, dagegen die des Ober- und Unterschenkels von außerordentlicher Dicke und die Sehnen der Füße von gewaltiger Stärke. Daher sind die Strauße eines die Schnelligkeit des Rosses übertreffenden Laufes fähig. Die Zunge ist breit und fleischig, an der Spitze halbmondförmig ausgeschnitten. Auf einem ungeheuer großen Kropf, welcher für eine ähnliche Nahrung,

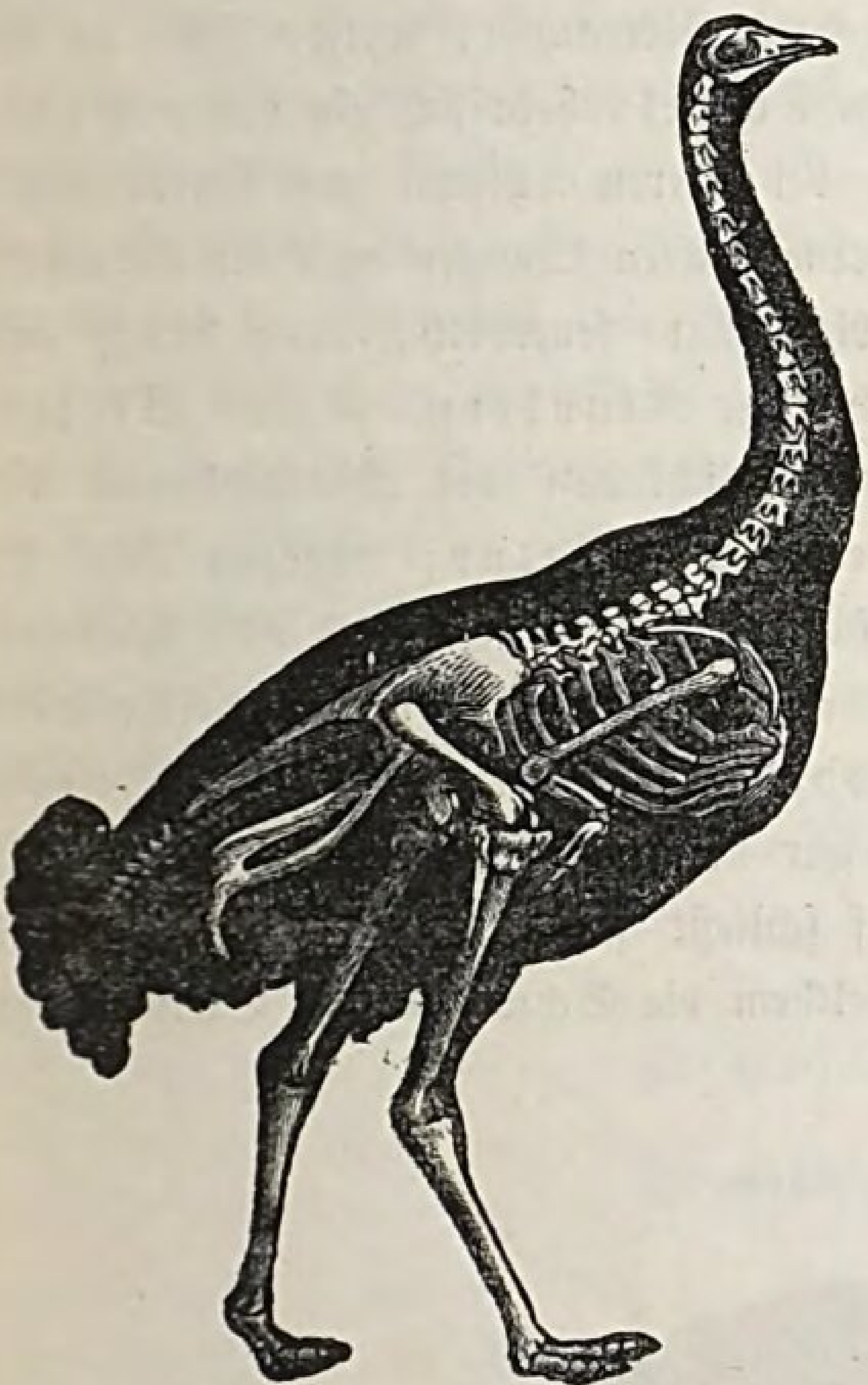


Fig. 460. Das Skelett des Straußes.

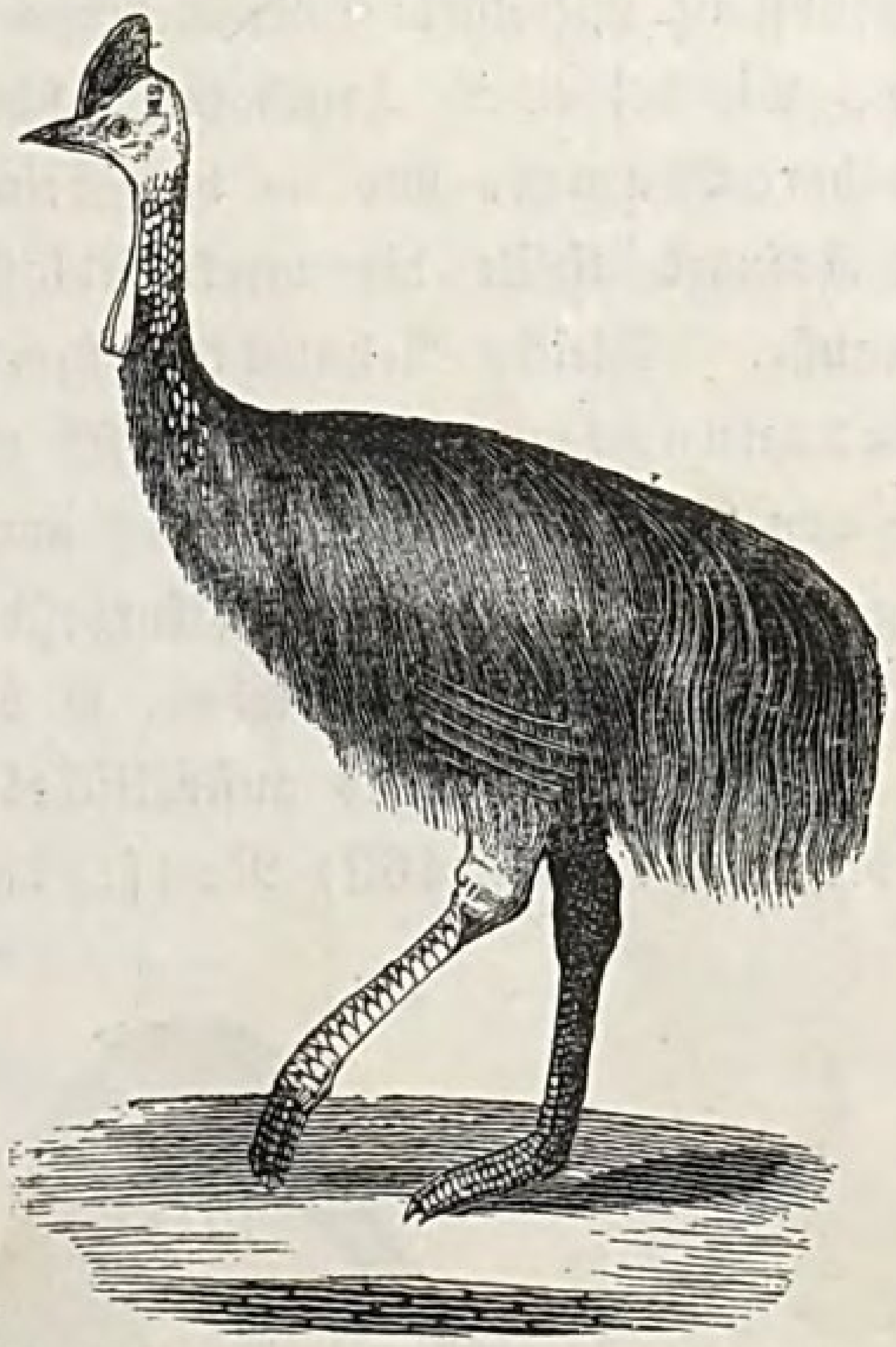


Fig. 461. Der Kasuar (Casuarius indicus). $1/24$ d. nat. Gr.

wie die, welche die Hühnervögel genießen, eingerichtet ist, folgt ein ganz eigenthümlicher und sehr ansehnlicher erster Vormagen, dann erst der Drüsenmagen und endlich der muskulöse Hauptmagen. Der Darm ist bedeutend lang und mit großen Blinddärmen versehen. Die Strauße sind die einzigen Vögel, bei denen der flüssige Abgang, den die Nieren aussondern, sich in einem besondern Behälter sammelt, welcher ganz der Blase der Haarthiere gleicht, und auf einem eigenen Wege, nicht mit dem Miste vereinigt, abfließt. — Diese Vögel, welche nur in den wärmsten Gegenden der Erde angetroffen werden, sind zum Theil der Mühe, ihre gewaltig großen Eier zu bebrüten, überhoben. Wenigstens in der heißen Zone überlassen sie dieselben, in ziemlicher Zahl, wohl bis 20 Stück, beisammen in den erwärmten Sand gelegt, den Strahlen der Sonne. In andern Gegenden brüten sie jedoch, und zwar die Männchen mit den Weibchen, auch wohl, wie man

von dem Nandu wenigstens behauptet, eine Gesellschaft gemeinsam abwechselnd. In Betreff des Gesichtssinnes stehen die Strauße mit den Hühnervögeln auf einer Stufe; der Fächer ihrer Augen hat 18 Falten.

Der Kasuar (Fig. 461) ist den kleinern Straußen an Größe und Gestalt, sowie an Bildung des Schnabels und der Füße fast gleich. Kopf und Hals sind bei ihm fast nackt, der übrige Rumpf ist mit seltsamen Federn bekleidet, indem diese aus roßhaarähnlichen, paarig zusammenhangenden Schäften mit sehr kurzen und spärlichen Bartfaserchen bestehen. Die Steuerfedern des Schwanzes fehlen ganz. Die Schwungfedern der Flügel, fünf an der Zahl, sind gänzlich bartlos, also nur steife Schäfte, welche dem Vogel als eine Waffe dienen. Die dreizehigen Füße tragen spitze, gewaltige Nägel, die innere Zehe einen besonders langen. Der Kopf des Kasuars hat ebenso wie der Hals Zierrathen, welche sehr an die Hühnervögel erinnern. Auf der Stirn und dem Scheitel erhebt sich ein hoher Hautkamm, ähnlich dem der Perlhühner, welche bei älteren Thieren aus harter Knochensubstanz mit einem Hornüberzuge besteht. Die nackten Wangen und der Oberhals sind, wie bei einem Truthahne, schwielig, blau und feuerroth, vorn hängt eine dehnbare Wamme und an den Seiten viele häutige Klunkern. — Das Skelett des Kasuars theilt die merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten des Knochenbaues der Strauße. Gleiche Aehnlichkeit herrscht in der Muskulatur; dagegen sind die Verdauungswerkzeuge dieses von thierischen Stoffen, besonders von Gewürm und von Eiern, lebenden Thieres ganz anders eingerichtet. Der eigenthümliche Vormagen fehlt, der Darm ist kurz, die Blinddärme sind klein. Da die Kasuare nur im heißen Ostindien leben, so brüten sie gar nicht.

Ein sehr seltsames australisches Geschöpf schließt sich an diese Laufvögel, es ist der Kiwi (Fig. 462) Neuseelands, welchem die Schwing- und Steuerfedern



Fig. 462. Der Kiwi (Apteryx australis) — 1/16 d. nat. Gr.

gänzlich fehlen und dessen einigermaßen straußenähnlicher Rumpf mit schlaffem, grobem Gefieder bedeckt ist. Der Schnabel dieses wunderlichen Wesens ist lang und

fast einem Schnepfenschnabel ähnlich, aber mit weichem wachshautähnlichem Hornüberzuge bekleidet, und die Nasenlöcher befinden sich ganz an der vordern Spitze desselben. Man wird hiedurch an das Schnabelthier und den Ameisenigel erinnert. Die Schlüsselbeine sind kaum durch einen geringen Knochenvorsprung des Schulterblattes angedeutet. Die Arme sind nur ein Paar geringer Stummeln mit einem stachelartigen Nagel; der Kiwi kann daher nicht fliegen; auch sind von allen Knochen seines Skelettes nur einzelne Theile des Kopfes mit Luftzellen versehen. Der Hinterleib dieses Vogels überwiegt den Vorderleib, fast wie bei einem Känguru, daher ist es möglich, daß der ziemlich langhalsige Vogel mit vorgerichteter Brust stehen kann, trotzdem, daß seine kurzen Beine sich weit hinten am Rumpfe befinden. Die ganz mit Hornschienen bedeckten Füße, deren Tarsen besonders ziemlich kurz sind, haben drei ausgebildete und mit spitzen Nägeln versehene dicke Vorderzehen und ein spornähnliches Ueberbleibsel von einer Hinterzehe. Merkwürdig ist beim Kiwi auch das Vorhandensein eines besondern Fußwurzelknochens. Der noch ziemlich unbekannte Vogel scharrt im Erdboden nach Würmern und ist nur bei Nacht geschäftig. Bei keinem andern Vogel sind die Hautmuskeln so außerordentlich entwickelt, wie bei diesem, welchem dieselben wahrscheinlich dienen, um beim Graben durch Schütteln die Erde aus seinem Gefieder zu entfernen.

Weiß und schwarz ist das Gefieder beim afrikanischen Strauße, grau beim Nandu und Emu, schwärzlich beim Kasuar und Kiwi. Die Weibchen der Laufvögel unterscheiden sich durch Farbe und Form des Gefieders ziemlich wenig von den Männchen. Die Jungen sind Pippel.

Sechste Ordnung.

Stelzvögel. Grallæ.

Uebersicht.

1. Unterordnung. Hühnerartige. Alectorides.
   1. Familie. Kranichartige. Geraneæ.
   2. Familie. Wasserhühnerartige. Fulcaræi.
2. Unterordnung. Schnepfenartige. Scolopacidæ.
   3. Familie. Regenpfeiferartige. Charadriadæ.
   4. Familie. Strandläuferartige. Tringidæ.
3. Unterordnung. Reiherartige. Ardeadeæ.
   5. Familie. Reihervögel. Herodiæ.

Der allgemein bekannte Storch (Ciconia alba) und der Reiher (Fig. 463) geben durch die Gestalt ihres Körpers eine Vorstellung von den Eigenthümlichkeiten der Form, welche alle die, ihrer hochbeinigen Figur wegen, gleichsam als ob sie auf Stelzen gingen, mit obigem Namen bezeichneten Vögel kenntlich machen. So sehr jene beiden Gattungen in dieser Hinsicht die mehr der Gestalt der Hühnervögel sich nähernden sogenannten Wasserhühner (Fig. 465) hinter sich zurücklassen, eben so weit werden sie von den Strandreitern (Fig. 464) und Flamingos noch übertroffen. Auch in Hinsicht der Größe stehen die gewöhnlichen Störche un-

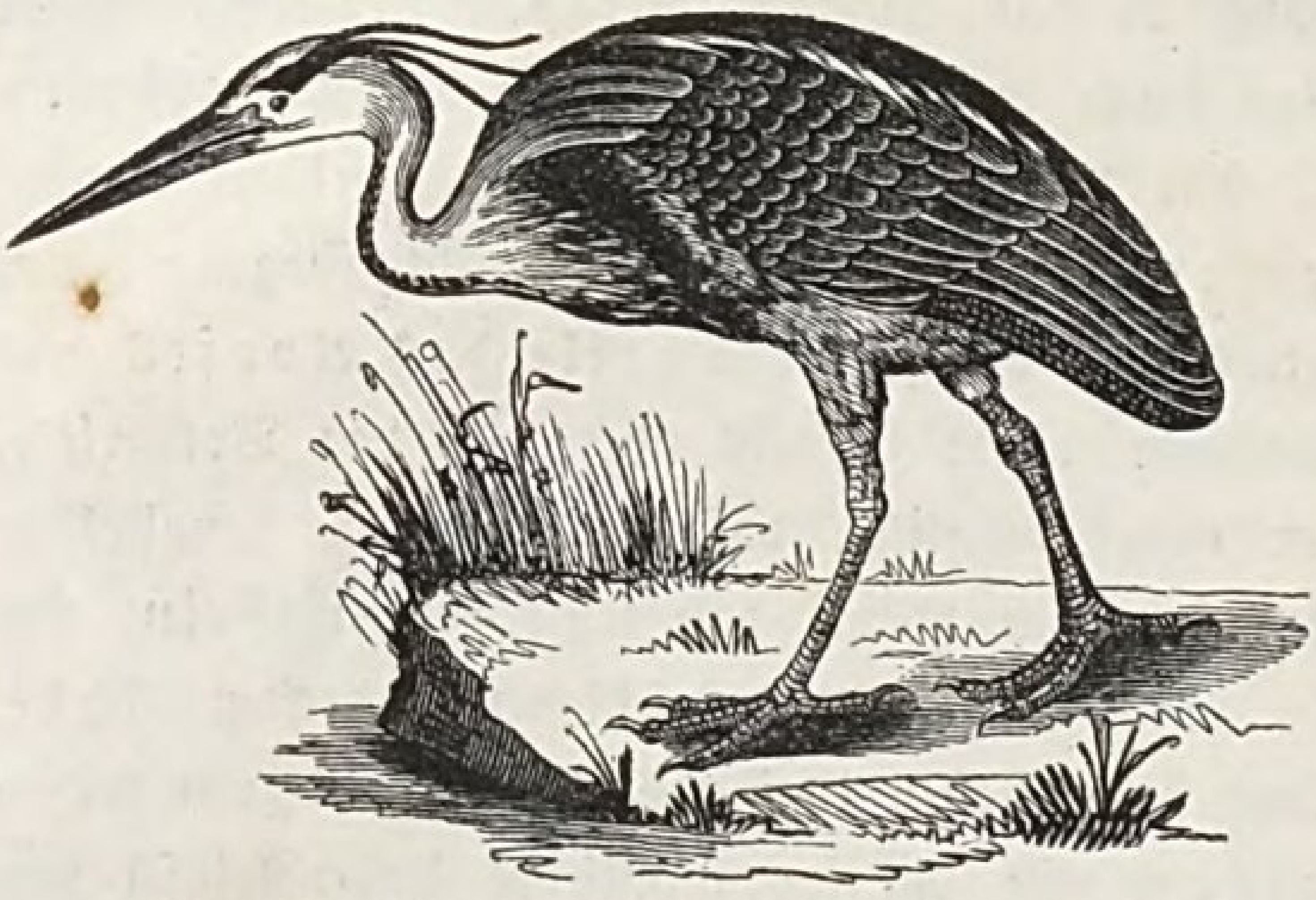


Fig. 463. Der gemeine Reiher (Ardea cinerea). 1/8 d. nat Gr.



Fig. 464. Der Strandreiter (Himantopus rufipes). — 1/8 d. nat. Gr.

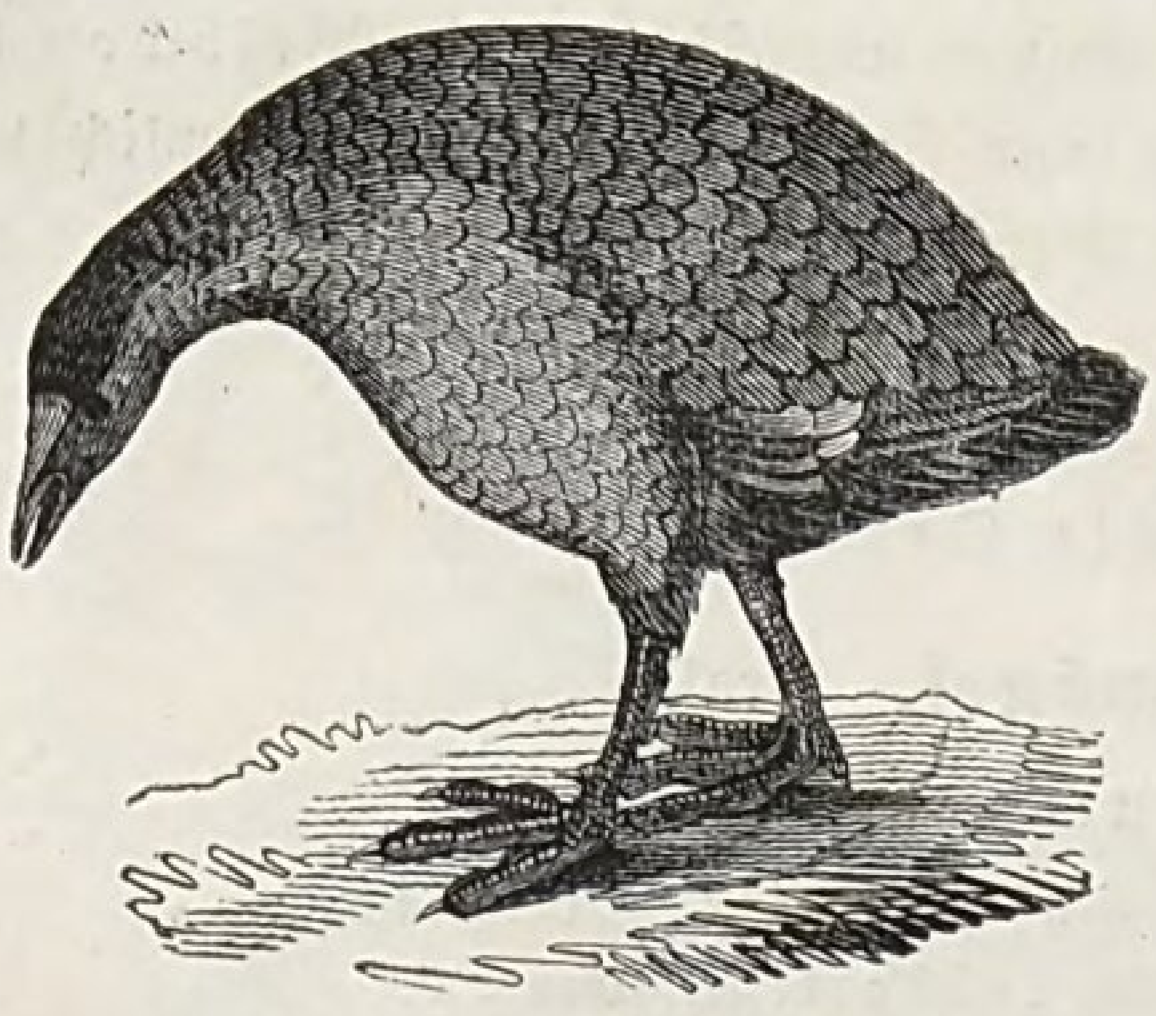


Fig. 465. Das Wasserhuhn (Fulica atra). 1/6 d. nat. Gr.



Fig. 466. Der Marabustorch (Ciconia marabu). — 1/18 d. nat. Gr.

gefähr in der Mitte dieser Ordnung, als deren kleinste Mitglieder die nicht einmal eines Fußes Länge erreichenden Regenpfeifer (Charadrius) und Strandläufer (Tringa) betrachtet werden dürfen, während die Marabus (Fig. 466) sechs bis sieben Fuß hoch zu sein pflegen. Man kann alle Stelzvögel in drei Gruppen sondern, deren erste, welche die Wasserhühner, Rohrhühner (Gallinula), Sumpfhühner (Rallus) und Schnarrer (Crex), die Straußhühner (Palamedea), Trompetenvögel (Psophia) und Kraniche (Fig. 468) umfaßt, an die Form der Hühnervögel und theilweise der Strauße erinnert;

während die Schnepfen (Fig. 467), Regenpfeifer, Brachschwalben (Glareola), Austernfischer (Hæmatopus) und Strandreuter, sowie die Kibitze (Vanellus), Brachvögel (Numenius) und Kampfhähne, die Pfuhlschnepfen

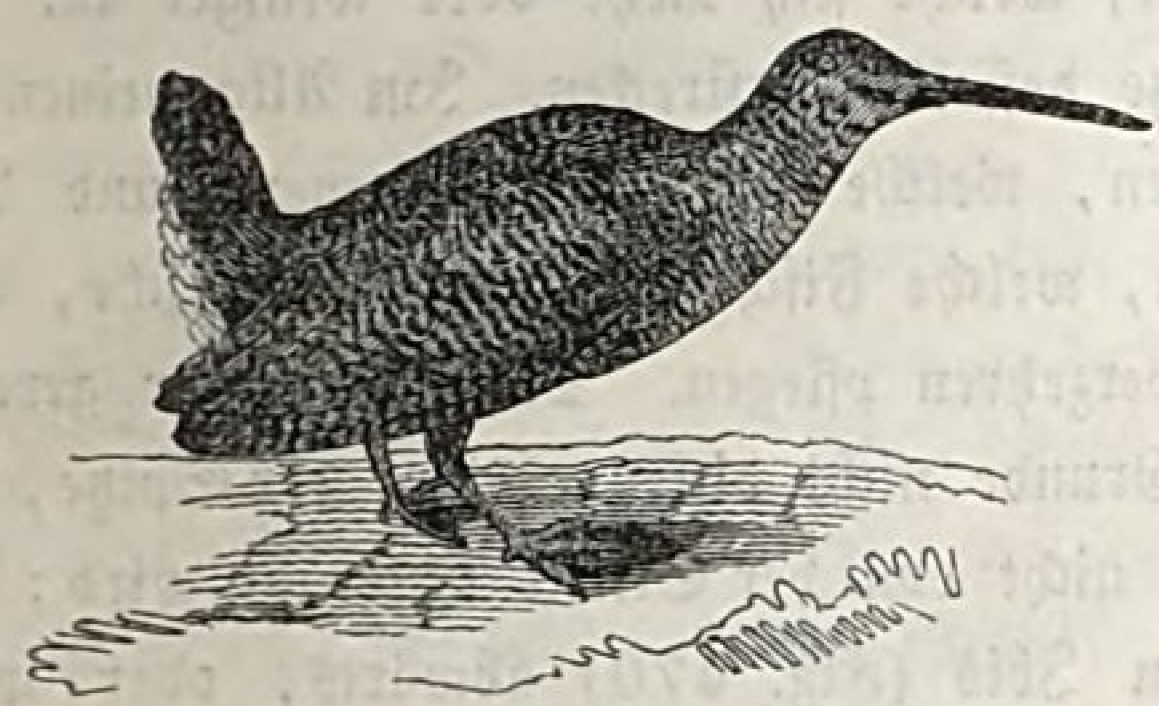


Fig. 461. Die Waldschnepfe (Scolopax rusticola). — 1/8 d. nat. Gr.



Fig 468. Der Kranich (Grus cinerea). 1/6 d. nat. Gr.



Fig. 469. Der Flamingo (Phoenicopterus ruber). 1/16 d. nat. Gr.



Fig. 470. Der Ibis (Ibis religiosa). 1/8 d. nat. Gr.

(Limosa), Wasserläufer (Totanus) und Säbler (Recurvirostra) die zweite Gruppe bilden;

die Störche, Marabus, die Ibis (Fig. 470), Nimmersatt (Tantalus) und Flamingo's (Fig. 469), welche mehr oder weniger im Bau mit dem gemeinen Reiher (Fig. 463) übereinstimmen, haben besondere Eigenthümlichkeiten, nach denen man sie als eine dritte Gruppe vereinigen kann.

Der Schnabel ist bei allen Stelzvögeln ziemlich lang, fast immer länger als der Kopf, besonders bei der Gruppe der Reiher, am kürzesten bei den hühnerähnlichen Gattungen. Er dient ihnen wesentlich zur Verlängerung des schon für sich sehr langen Halses, indem viele von ihnen mit demselben nicht allein den Boden erreichen müssen, sondern ihn in den Schlamm oder auf den Grund flacher Gewässer hinabstrecken, wo sie ihre Nahrung suchen. Bei allen ist derselbe mit einer theilweise weichen, wachshautähnlichen Horndecke bekleidet, welche nur an der Spitze vollkommen verhärtet ist. Die Nasenlöcher stehen ziemlich nahe vor der Stirn und liegen bei den Kranichen, Schnepfenvögeln und den meisten Reihervögeln,

in rinnenartigen Vertiefungen, welche sich mehr oder weniger am Schnabel entlang, bei einigen bis zur Spitze desselben erstrecken. Im Allgemeinen ist der Schnabel schwächer bei den Gattungen, welche sich von Würmern und Insekten nähren, stärker dagegen bei denjenigen, welche Fische, Eidechsen, Frösche, Schlangen und andere kräftigere Thiere zu verzehren pflegen. Meistens ist er gerade und langgestreckt, bei den Schnepfen am Grunde nicht dicker als an der Spitze, bei den Störchen am Grunde so dick, daß er nicht von der Stirne überragt wird; bei andern ist er schwach gebogen, wie beim Ibis (Fig. 470) abwärts, oder wie beim Säbler aufwärts. Die Spitze desselben ist bei den Schnepfen und mehren ähnlichen Vögeln etwas aufgetrieben und dabei weich und empfindlich. Ein seltsames Werkzeug ist der Schnabel des Löffelreihers (Platalea leucorodia), dessen Vordertheil sich löffelartig ausbreitet, während bei dem Kahnschnäbler (Cancroma cochlearia) die ganzen gewaltigen Kiefer einem Paare hohler Löffel gleichen. Noch sonderbarer ist die Gestalt des Schnabels, welche wir beim Flamingo (Fig. 469) finden. Die untere Hälfte ist ein ovaler breiter Löffel, dessen Seiten hoch aufgebogen sind; der platte längliche Obertheil bildet eine Klappe, welche diesen Löffel gerade bedeckt, und ist, um sich der Form desselben anzupassen, auf der Mitte seiner Länge plötzlich niedergebogen. Die Ränder beider Hälften sind mit kleinen hornigen Querblättchen besetzt, wie bei manchen Schwimmvögeln. Die stets unbefiederten, mit Hornschildern bekleideten Füße der Stelzvögel zeichnen sich durch Länge der oft sehr dünnen Tarsen aus, und haben drei Vorderzehen, meistens auch noch eine Hinterzehe, welche bei den Kranichen und einigen andern Gattungen kaum den Boden berührt. Bei den Regenpfeifern, Austernfischern und Strandreutern (Fig. 464) fehlt die Hinterzehe, wodurch einigen dieser Thiere fast unmöglich wird, aufrecht still zu stehen, so daß sie genöthigt sind, entweder zu laufen, oder sich nieder zu hocken. Alle Verhältnisse der Gangwerkzeuge sind bei dieser Ordnung dazu eingerichtet, den Thieren das Leben im Sumpfe oder an niedrigen Gewässern möglich zu machen, weßhalb man die Stelzvögel auch Sumpfvögel nennt. Bei den Rohrhühnern, Parras und einigen ähnlichen Vögeln ist jener Zweck erreicht durch außerordentliche Länge der Zehen, welche das Einsinken der Füße im Geröhrigt und auf schwimmenden Wasserpflanzen verhindern; den Wasserhühnern dienen in derselben Absicht außerdem breite Hautlappen, welche die Zehen umsäumen und mit deren Hülfe diese Vögel, welche wegen ihrer Leichtigkeit sehr gut schwimmen und tauchen können, vortrefflich zu rudern wissen; bei den kurzzehigen Flamingos sind alle Zehen durch eine vollständige Bindehaut, die sogenannte Schwimmhaut, vereinigt, und bei vielen andern Reihervögeln sind wenigstens kürzere, unvollständige Bindehäute (halbe Schwimmhäute) vorhanden. Allein durch nichts wird den Stelzvögeln das Leben im Wasser so erleichtert, als durch die Länge ihrer Beine selbst, besonders auch durch die Länge der Unterschenkel, welche bei den meisten lang unter dem Rumpfe hervorgestreckt und an ihrer untern Hälfte, wie die Tarsen, dünn und mit Schildern bedeckt sind. Bei keinem andern Vogel sind die Unterschenkel und Tarsen, verhältnißmäßig so lang und dünn als bei den Strandreutern, denen die Flammingos wenig in dieser Beziehung nachstehen. — Die Nägel, welche die Zehenspitzen bedecken, sind meistens so geformt, wie bei

den Hühnervögeln. Der Nagel der Mittelzehe ist bei den Reihern und Brachschwalben auf der Innenseite kammförmig eingeschnitten. Nur bei einigen Gattungen dienen lang zugespitzte und gestreckte Spornnägel zur Verlängerung aller Zehen, ein Merkmal, welches die Parras im höchsten Grade besitzen, und welches die Straußhühner einigermaßen mit ihnen theilen. Alle gehen schrittweise, die minder langbeinigen, z. B. die Regenpfeifer, sehr schnell, die langbeinigsten aber nur langsam und gravitätisch. Sie hüpfen nie mit beiden Beinen zugleich.

Der Kopf ist sehr klein im Verhältniß zur Größe der Stelzvögel, besonders bei den Reihervögeln; der Hals lang und sehr dünn; der Rumpf länglich eiförmig. Ein feines, anliegendes Gefieder bedeckt alle diese Theile, und schon die Federn am Grunde des Schnabels sind anliegend nach hinten gerichtet. Hautartige Kopfzierrathen sind hauptsächlich nur bei einigen hühnerähnlichen Gattungen vorhanden. Die Wasserhühner haben eine nackte Stirn oder Blässe, auf welche sich die Wachshaut des Schnabels hinaufzieht; die Parras sind mit rothen Hautwülsten um den Schnabel geziert; die Straußhühner tragen auf dem Scheitel eine drei Zoll lange, dünne, hornartige Gerte. Merkwürdig ist ein wurstähnlicher, wohl einen Schuh lang herabsteigender Hautauswuchs, welcher beim Marabustorche an der Mitte des Halses sich bildet. — Der Scheitel des Kranichs ist kahl und beim Männchen roth, der Hals sehr gering befiedert. Der Kibitz hat einen langen, zerschlissenen Federbusch auf dem Scheitel, welcher hinten herabhangt. Die Reiher, besonders die männlichen, besitzen zarte, schmale und lange Schopffedern, welche den Nacken schmücken. Die allgemeinen Deckfedern der Stelzvögel sind meistens mit kurzen Schäften, aber langen Bartfasern versehen, und bei den Gattungen, welche in der Nähe des Wassers zu leben pflegen, durch fettiges Oel genügend vor Nässe geschützt, besonders bei den Wasserhühnern. Die Halsfedern des Trompetenvogels sind ein feiner, krauser Flaum. Ausgezeichnet ist eine an unsere Haushähne erinnernde Halsmähne, der Federnkragen, welchen die Kampfhähne, aber nur um die Brutzeit, tragen. An einzelnen Körpertheilen besitzen die Reihervögel sehr lange, äußerst dünnschäftige Federn, deren haarartige Bartfasern locker, mitunter weit von einander getrennt stehen. Solcher Art ist das Gefieder, welches den Hals der Rohrdommeln (Fig. 471) behängt; weit schöner aber sind derartige Federn auf dem Rücken der Fischreiher, besonders der schneeweißen Silberreiher (Ardea alba) und die unter den Flügeln und am Bürzel des Marabustorches befindlichen weichen, wallenden und lockeren Büschel, welche unter dem Namen der Marabufedern in unsern Putzhandlungen an den schönsten und kostbarsten Kopfbedeckungen der Damen verwandt zu werden pflegen und in ungeheuren Preisen stehen, übertreffen an Zartheit der Bildung alle Federn anderer Vögel bei Weitem. Die Färbung des Gefieders ist bei dieser Ordnung im Allgemeinen wenig munter; weiße, graue, braune und schwarze Farben, diese freilich mitunter sehr mannigfaltig vereinigt und in zarten Zeichnungen vertheilt, herrschen bei Weitem vor, während die sieben reinen Farben des Regenbogens nur selten gefunden werden. Bei einigen dunkelfarbigen Arten, wie z. B. den schwarzen Störchen, hat das Gefieder einen nicht geringen Farbenschiller. Der theilweise blaugefärbte Trompetenvogel und der gänzlich rosenfarbige Flamingo sind nur Ausnahmen von der allgemeinen Regel. Häufig sind

die Schnäbel und Füße der Stelzvögel schön grün (Wasserhühner) oder lebhaft roth (Strandreuter, Storch, Nimmersatt). Das Kleid der Männchen ist vor dem der Weibchen sehr wenig oder gar nicht ausgezeichnet. — Die Vollkommenheit der Schwungfedern ist sehr verschieden, indessen sind doch die meisten mit sehr wohl ausgebildeten Flugwerkzeugen versehen und gehören zu den am besten fliegenden Vögeln. Die Straußhühner haben am Handgelenke zwei spornenartige, vorwärts gerichtete Nägel und auch die Parras haben deren einen, weßhalb man sie auch wohl Spornflügler oder Chirurgen genannt hat. Die Steuerfedern des Schwanzes sind fast bei allen sehr kurz, so daß sie nicht über die Länge der Flügelspitzen hinausragen und dabei beim Kraniche kraus und buschig, ähnlich wie beim Strauße. Bei den Brachschwalben ist der Schwanz gablig. Bei den meisten dagegen ragt derselbe fast gar nicht hervor. Durch diesen Mangel ebenso sehr, als durch die Länge des Halses, sind sämmtliche Vögel dieser Ordnung gezwungen, im Fluge ihre Füße möglichst lang nach hinten zu strecken. So bilden sie im Fluge zum Theil ausgezeichnet die Gestalt eines Kreuzes. Nur die Reiher tragen ihren dickeren Hals im Fluge halb rückwärts gebogen. In allen Stellungen suchen die Stelzvögel das Gleichgewicht ihres Körpers durch zweckmäßige Haltung des Halses zu bewahren. In der Ruhe tragen sie denselben möglichst zurückgezogen und strecken ihn nur auf Augenblicke bei jedem Schritte vor, wenn sie gehen. Schlafend stecken sie den Kopf unter den Flügel. Nur die Rohrdommeln legen ihn auf den Rücken und richten den Schnabel steil gegen den Himmel.

Das Skelett der Stelzvögel hat in der Länge des Halses und der Hintergliedmaßen bedeutende Eigenthümlichkeiten. Den Kiefertheil des Schädels überwiegt den Gehirnkapseltheil oft sehr bedeutend und die Stirn ist wenig oder gar nicht über dem Schnabel abgesetzt. Die Augenhöhlen sind meistens sehr unvollständig umschlossen, die Schläfengruben weit und tief, die Hinterhauptsfläche ist platt und deutlich umgrenzt und durch eine schwache Mittelleiste getheilt. Die Zahl der Halswirbel erhebt sich bei den Störchen und Ibissen auf fünfzehn, beim Kranich auf siebenzehn und beim Flamingo gar auf achtzehn. Bei keinem Vogel haben diese außerdem eine so lange und schmale Gestalt, als bei dem letztgenannten und den Reihern. Sehr lang sind die nach hinten oder unten gerichteten dornenartigen Fortsätze, welche sich am Hinterrande der Unterseite der Halswirbel finden, besonders an den letzten Halswirbeln, woselbst sie den Muskeln, welche die schnelle Vorstreckung des Halses bewirken, als Anheftungspunkte dienen. Der letzte Schwanzwirbel ist meistens auffallend klein, entsprechend der geringen Entwicklung der Steuerfedern. Bei vielen Reihervögeln, z. B. den Reihern, Nimmersatten und Störchen, und bei den Kranichen ist, zur Vermehrung der Festigkeit des Schultergerüstes, der Gabelknochen mit dem Brustbeinkamme fest verwachsen. Der Unterarm übertrifft den Oberarm an Länge wenig; dagegen ist der Unterschenkel bedeutend länger als der kurze Oberschenkel. Da die Stelzvögel die Gewohnheit haben, schlafend auf einem Beine zu stehen, so ist es interessant zu untersuchen, woher es kommt, daß sie in dieser Stellung nicht ermüden. Dieselbe kostet sie aber gar keine Anstrengung; es hat nämlich der Oberschenkelknochen an seinem unteren Ende eine ziemlich tiefe Grube und die

Fessel des Unterschenkels hat am Kniegelenke einen Vorsprung, welcher genau in jene Grube eingreift, sobald der Vogel sich gerade auf den Fuß stellt, und welcher nicht ohne eine absichtliche Muskelanstrengung von Seiten des Thieres wieder aus jener Grube herausgeht.

Das Skelett ist im Allgemeinen wenig pneumatisch und bei einigen Wasserhühnern enthalten von allen Knochen nur einige Theile des Kopfes Luftzellen. Die Störche zeichnen sich durch starke Pneumaticität des Skelettes in hohem Grade aus. Merkwürdig ist die Menge von Luftzellen, welche unter der Haut der Straußhühner, selbst auch an den Unterschenkeln verbreitet sind und welche, wenn man den Vogel berührt, ein knitterndes Geräusch hören lassen.

Alle fleischigen Muskeln sind am Rumpfe vereinigt und daher rührt es, daß die Unterschenkel theilweise, die Füße ganz, und ebenso Hals und Kopf so auffallend dünn und hager erscheinen. Der Hals ist gleichsam umwoben mit sehnenartigen Streck- und Beugemuskeln.

In Betreff der Verdauungswerkzeuge ist es merkwürdig, daß den meisten Stelzvögeln, welche Fische als ihre Hauptnahrung fressen, der Kropf gänzlich fehlt, die Wandungen des Hauptmagens wenig muskulös und die Blindärme sehr klein zu sein pflegen. Oft fehlt auch von letztern der eine ganz. Diejenigen, welche Frösche, Schlangen, Eidechsen, Schnecken, Würmer verzehren, haben zwar einen Kropf im übrigen aber ähnliche Eingeweide. Die Kraniche, welche zwar Würmer und Maden im Sumpfe sehr lieben, aber doch hauptsächlich Pflanzennahrung genießen, sind zu diesem Zwecke mit einem muskulösen Magen und mit ziemlich langen Blinddärmen versehen.

Die Luftröhre ist bei vielen Reihervögeln, außer der großen Länge, welche sie wegen der Ausdehnung des Halses in dieser Ordnung meistens ohnehin schon besitzt, noch durch mehre Biegungen verlängert. Beim Trompetenvogel aber zieht sich dieselbe über Brust und Bauch bis zum Hinterende des Körpers und kehrt ebenso zurück, um dann erst in die Brusthöhle einzutreten. Obgleich die Stimmwerkzeuge der Stelzvögel nicht zu mannigfaltigen Tönen geeignet sind, da der untere Kehlkopf derselben mit gar keinen eigenthümlichen Muskeln (Störche) oder doch nur mit einem Paare solcher (Kranich) ausgerüstet ist, so hat doch durch jene, einer Trompetenröhre ähnlich wirkende, Länge der Luftröhre die Stimme mancher Gattungen viele Eigenthümlichkeit. Bald ist es ein heiseres Krächzen, welches hoch aus den Lüften schallt, wenn die Kraniche ziehen, bald ein wahrer Drommetenschall, wie die Trompetenvögel ihn hören lassen, welche erst einen gellenden Schrei ausstoßen, welchem bei geschlossenem Schnabel dann ein tiefer Baßton in der Luftröhre folgt, bald ein dumpfes trommelndes Brüllen, wie das der Rohrdommel (Fig. 471), welches bei Nacht wohl eine halbe Stunde weit gehört wird. Der Storch begnügt sich mit einem Klappern, welches er jedoch nur mit dem Schabel hervorbringt. Die Bekassine, eine kleine



Fig. 471. Der Rohrdommel (Ardea stellaris) — 1/8 d. nat. Gr.

Schnepfenart, macht beim Auffliegen ein meckerndes Geschrei, welches ihr den Namen der Himmelsziege verschafft hat.

Hinsichtlich des Gehirnes und der durch dieses Organ vermittelten Fähigkeiten sind die Stelzvögel ziemlich ungleich bedacht; indessen sind ihre Anlagen im Allgemeinen nicht gering. Diejenigen, welche nur Fische fressen, haben ein ziemlich stumpfes Wesen; manche andere dagegen sind sehr munter und verrathen Gelehrigkeit. Die Straußhühner, welche man auch Wehrvögel nennt, werden in Südamerika, woselbst ihre Heimath ist, manchmal gezähmt und als Hüter bei Hühnern und Gänseheerden gebraucht, von welchen sie die Geier muthig abwehren. — Die Augen, deren Fächerkamm nur 12 bis 14 Falten wahrnehmen läßt, besitzen nicht die Schärfe, welche den Gesichtswerkzeugen der Hühnervögel eigen ist. Seltsam ist die Stellung dieser Organe bei den Schnepfen (Fig. 467), an deren schmalem Schädel sie sich sehr weit nach hinten und oben befinden. Die Schnepfen sind auch die einzigen Stelzvögel, bei welchen ein geringer Tastsinn vorhanden zu sein scheint, indem solcher in ihrer weichen und porösen Schnabelspitze seinen Sitz hat. Der Geschmackssinn ist bei einigen Stelzvögeln wahrscheinlich fast gar nicht entwickelt, bei andern ist eine fleischige Zunge geeignet, diesem Sinne zu dienen. Besonders dick ist letztere bei den Flamingos, außerordentlich kurz dagegen die der Störche. Der Geruchssinn der Stelzvögel ist schwach, schärfer dagegen das Gehör.

Die Störche und Kraniche sind als die ausgezeichnetsten Zugvögel allgemein bekannt; nicht minder die Schnepfen, deren Zug so sehr an bestimmte Zeiten geknüpft ist, daß der Jäger fast an gewissen Tagen auf den geeigneten Plätzen ihrer harrt und auf seine Beute rechnet, wie auf einen verfallenen Schuldposten. Sie ziehen auch weit über das Meer gegen Norden. Einige Gattungen dieser Ordnung machen ihre Reisen stets in einem genau geordneten Zuge, z. B. die Kraniche in keilförmigen Reihen. Alle ziehen vorzugsweise in der Dämmerung. Die Störche geben ein seltenes Beispiel von Zugvögeln, welche auch in ihrem Winteraufenthalte (Afrika) nisten.

Viele Stelzvögel bauen kunstlose Nester auf ebener Erde, wie die Kibitze und Regenpfeifer, welche auf der Steppe eine flache Trichtergrube mit dem Schnabel ausdrehen, und ähnlich die Schnepfen, Brachvögel und mehre andere. Die Wasserhühner machen von Binsen und Schilf ein schwimmendes Nest im Geröhrigt. Die Flamingos bauen einen pyramidenförmigen Erdhaufen mit einer Grube auf dem Gipfel, auf welchem sie reitend brüten. Dagegen nisten die Reihervögel größtentheils auf Bäumen und hoch hervorragenden Haus- oder Thurmdächern (Storch) woselbst sie von Reisern ein grobes Nest bereiten. Diese Thiere pflegen auch sonst gelegentlich auf Bäumen zu sitzen, während die hühnerähnlichen und schnepfenähnlichen Stelzvögel stets auf der Erde bleiben. Sie leben immer streng paarweise, schaaren sich aber wohl zu gewissen Zeiten zusammen. Steppen, Wiesen und besonders sumpfige Ufer sind ihr gewöhnlicher Aufenthalt. Die Jungen derjenigen Stelzögel, welche auf der Erde nisten, können, da sie Pippel sind, wie junge Hühnervögel, sogleich selber ihre Nahrung suchen während die Reihervögel den Ihrigen Nahrung auf das hohe Nest bringen müssen, bis die Schwungfedern derselben genügend ausgebildet sind.

Diejenigen Gattungen, welche von thierischer Nahrung leben, sind von hoher Wichtigkeit als Vertilger einer außerordentlicher Menge von Fröschen, Eidechsen,

Schlangen, Insekten und Würmern; und nur einige durch Vertilgung der Fische und des Fischlaiches schädlich. Ihr Fleisch ist für den Menschen nicht genießbar. Dagegen bieten solche Gattungen, deren Nahrung, neben Insekten und Würmern, vorzugsweise in Körnern und anderen Sämereien, sowie in krautartigen Pflanzentheilen besteht, eine treffliche und zum Theil sehr gesuchte Speise dar. Selbst der Kranich wird in manchen Gegenden gegessen. Auch die Eier der Kibitze und Brachvögel sind sehr beliebt. Von den Schnepfen wird sogar der in den Eingeweiden sich vorfindende Mist als eine Delikatesse auf reichen Tafeln nicht verschmäht, obwohl derselbe oft fast aus lauter Eingeweidewürmern besteht. Einige Stelzvögel, welche vorzugsweise durch Vertilgung häßlicher und theilweise verabscheuter, manchmal auch sehr mit Unrecht für giftig gehaltener, Thiere den meisten Menschen als besonders wohlthätige Vögel erschienen, wurden ehedem vom frommen Glauben als Geschenke und Werkzeuge der gütigen Gottheit heilig gehalten; so in Egypten vor Zeiten der Ibis, bei uns, und bei allen muhamedanischen Völkern ebenfalls, der Storch.

Siebente Ordnung.

Die Schwimmvögel. Palmipedes.

Uebersicht.

1. Familie. Enten (Blätterschnäbler). Anatidæ (Lamellirostres).
2. Familie. Pelikane (Ruderfüßler). Pelecanidæ (Totipalmati).
3. Familie. Sturmvögel (Langflügler). Procellariæ (Longipennes).
4. Familie. Taucher (Kurzflügler). Colymbidæ (Brevipennes).

Die mit der Gans (Anas anser), der Ente (Fig. 472) und dem Schwane (Cygnus olor) durch manche Uebereinstimmungen des Körperbaues verwandten Vögel, welche die Fähigkeit nicht allein zu schwimmen, sondern auch sich schwimmend ihre Nahrung zu suchen, im höchsten Grade besitzen und welche zum Theil sogar auf dem Wasser schlafen, werden aus diesem Grunde Schwimmvögel genannt. Nicht allein an der Schwimmhaut, welche ihre Zehen vereinigt und auf diese Weise ihre Füße zu den vollkommensten Rudern macht, sondern auch an dem noch ausschließlicher dieser Ordnung zukommenden Merkmale, daß der Hals die Gangwerkzeuge an Länge übertrifft, kann man sie leicht erkennen. Uebrigens zeigen schon die eben genannten drei allgemein bekannten Beispiele, daß

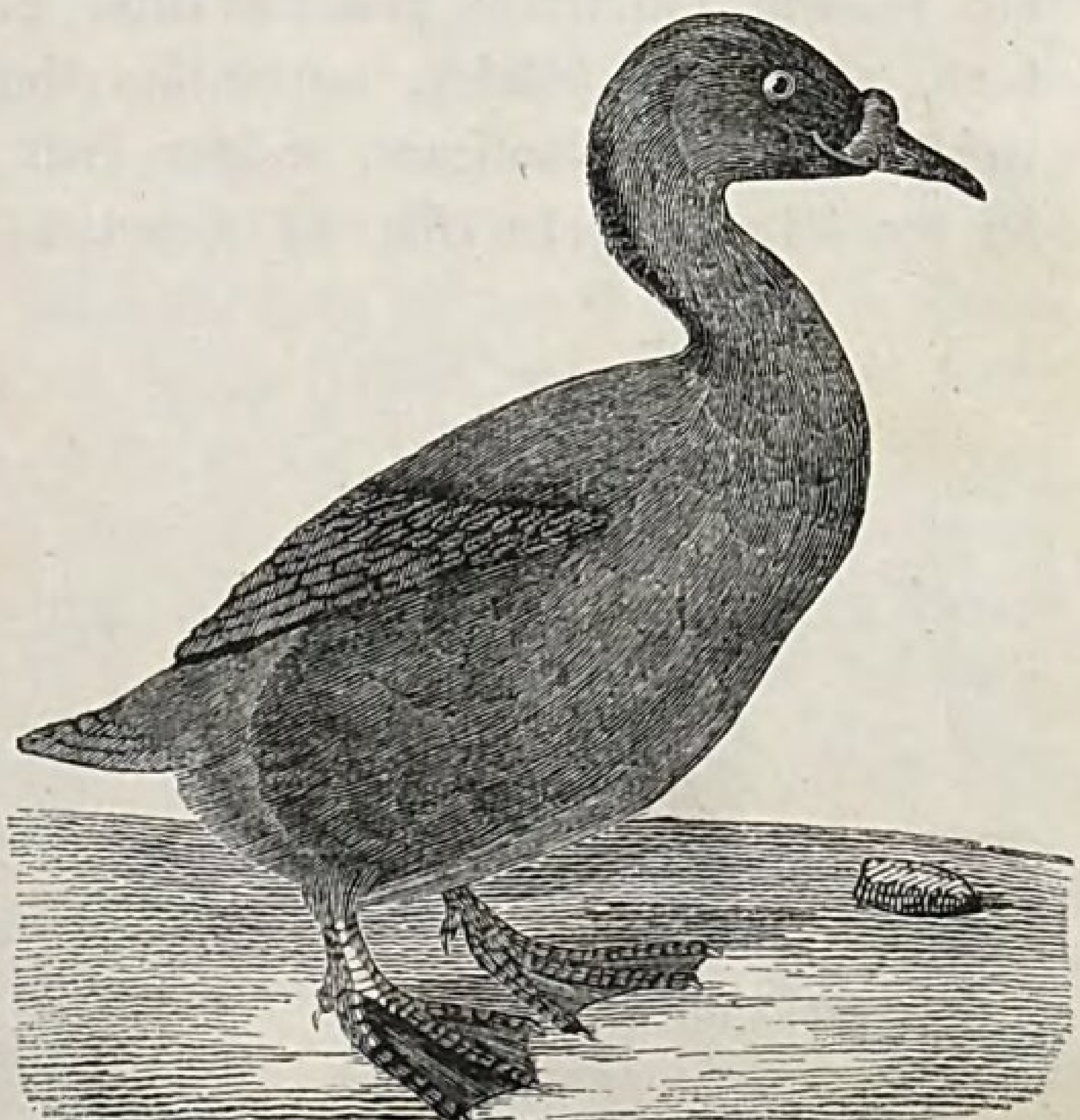


Fig. 472. Die Trauerente (Oidemia nigra). $^1/_8$ d. nat. Gr.

dieses Verhältniß nicht bei allen in gleich auffallendem Maße stattfindet und manche Möwen und Sturmvögel haben dasselbe in noch geringerem Grade, als die Enten. Es dient jene Länge des Halses, um im Wasser oder auf dem seichten Grunde desselben fischen zu können. Die Kürze der Füße aber war nothwendig, weil Ruder, welche durch längere Gliedmaßen vom Rumpfe entfernt wären, im Wasser schwierig zu bewegen und bei geringer Tiefe sogar völlig hinderlich gewesen sein würden. Auch die Stellung der Ruderfüße war für den Zweck derselben von großer Wichtigkeit; dieselben stehen stets hinter der Mitte des Rumpfes, mitunter ganz am Ende desselben. Hat nun gleich der Rumpf im Hintertheile seine größere Schwere und wird dadurch das Gleichgewicht ziemlich weit hinter die Mitte des Körpers gerückt, so können doch selbst diejenigen Schwimmvögel, bei denen die Füße am wenigsten dem hintern Ende genähert sind, nur mühsam gehen, wobei ihre Brust dem Boden sehr nahe kommt, und diejenigen, deren Füße weiter hinten stehen, sind gezwungen, wenn sie gehen wollen, ihren Körper aus der wagerechten Stellung mehr oder weniger aufzurichten, so daß einige ganz senkrecht stehen, wie die Steißfuße (Fig. 475), die Taucher (Colymbus) und die Pinguine (Fig. 473). Da der Rumpf ziemlich breit eiförmig gebaut ist, so stehen die Beine weit aus einander, und da jedes Thier, indem es einen Schritt macht, gezwungen ist, sich auf einen Augenblick um ein Geringes auf die Seite desjenigen Fußes zu zu neigen, welcher auf den Boden gestützt bleibt, indem es nur auf diese Weise im Stande ist, zu verhüten, daß es während des Schrittes auf die ungestützte Seite falle, so müssen die Schwimmvögel bei jedem wechselnden Schritte eine nicht unmerkliche Bewegung auf die andere Seite machen. Hieraus entsteht das sogenannte Watscheln ihres Ganges, in welchem der Charakter der Aehnlichkeit liegt, nach welcher man wohl unbehülflich gehende Thiere oder Menschen mit gewissen Vögeln dieser Ordnung vergleicht. — Die Füße der Schwimmvögel sind gewöhnlich vierzehig, und dabei ist entweder die stets sehr kleine Hinterzehe ganz frei von einer Schwimmhaut, wie bei den Gänsen, den meisten Enten und vielen andern Gattungen, oder dieselbe hat einen Hautsaum, welcher breit und schlaff herabzuhangen pflegt, wie bei den Eidervögeln (Fig. 474), den Trauerenten (Fig. 472), und manchen



Fig 473. Der Pinguin (Aptenodytes demersa).
1/25 d. nat. Gr.



Fig. 474. Die Eiderente (Somateria mollissima).
1/15 d. nat. Gr.

Tauchern, oder die Hinterzehe ist nach vorn gewandt und durch eine Schwimmhaut mit der nächsten Vorderzehe verbunden, wie bei den Fregattvögeln (Fig. 476), Pelikanen (Fig. 474 a) und Tölpeln. Endlich geben die Alken (Fig. 478) und Lummen (Uria) Beispiele von Ruderfüßen, denen die Hinterzehe völlig fehlt. Auch bei den Sturmvögeln (Procellaria) ist sie nur durch einen bloßen Nagel angedeutet, und bei den Seeschwalben (Fig. 477) wenig länger. — Die Schwimmhäute der letztern, so wie der Fregattvögel sind tief ausgebuchtet, und diese Vögel schwimmen auch selten oder nie, sondern bedienen sich der Ruder nur beim Tauchen. Die Steißfuße (Fig. 475), deren Schwimmhäute fast bis in die Zehenwinkel eingeschlitzt und zu blattähnlichen Ruderlappen zertheilt sind, dürfen dagegen als treffliche Schwimmer gelten. Die Zehen und Tarsen, sowie häufig noch ein geringer Theil des fast ganz am Rumpfe verborgenen Unterschenkels, sind mit horniger Wachshaut bekleidet. Die Tarsen erscheinen bei den besten Schwimmern ganz schmal, selbst kantig zusammengedrückt. Nur bei den Pinguinen sind sie sehr breit und bilden die Sohle, auf welche diese Thiere zu stehen pflegen. Die Nägel, welche den Zehen der Schwimmvögel nie fehlen, sind bei den Enten und Gänsen, sowie bei vielen andern Gattungen stumpf und gerade, bei einigen Möwen etwas mehr gespitzt und gekrümmt; bei den Scharben (Carbo), ist der Nagel der Mittelzehe sägezähnig eingeschnitten. Die Taucher und Steißfuße haben ganz platte, blattartige, die Pinguine lang zugespitzte Nägel. Keinem Schwimmvogel dienen dieselben als Waffe. Das Rudern besteht darin, daß die schwimmenden Vögel die Füße mit gestreckten Zehen und ausgebreiteten Schwimmhäuten nach hinten stoßen und dieselben dann mit zusammengezogenen, nach hinten gekrümmten Zehen wieder vorziehen.

Der Schnabel der Schwimmvögel ist bald platt und breit, wie bei den gewöhnlichen Enten, welche hierin von der Löffelente (Anas clypeata) noch übertroffen werden, bald schmaler und höher, wie bei den Gänsen und Schwänen, bald sehr schmal und pfriemförmig zugespitzt, z. B. bei den Steißfußen (Fig. 475), Tauchern und Schwalbenmöwen (Fig. 477), dagegen dem Schnabel der Raubvögel ähnlich bei den gewöhnlichen Möwen und noch mehr bei den Raubmöwen. Fast einem Papageienschnabel gleichend ist dieses Werkzeug bei den Alken. Der Schnabel des Fregattvogels ist an der Spitze mit beiden Hälften niedergebogen. Je breiter die Kiefer eines Schwimmvogels sind, desto weicher pflegt die Wachshaut zu sein, welche dieselben bekleidet, je höher und schmaler, desto mehr gleicht dieselbe hartem Horne. Die Raubmöwen haben wirklich eine eigene Wachshaut am Grunde des übrigens harthornigen Oberschnabels ganz wie die Raubvögel. Fast bei keinem Schwimmvogel ist der Schnabel kürzer als der Kopf; die Alken sind die einzigen, bei welchen dieses in auffallendem Grade der Fall ist. Dagegen sind die schmalen, pfriemenförmigen Schnäbel der Taucher so lang, daß sie völlig an die Reiher erinnern. Bei sehr vielen ragt der Oberschnabel, auch wenn er übrigens keineswegs gekrümmt ist, mit einem stumpfen Vorsprunge über den Unterschnabel herab. Dieser Vorsprung, stets härter als der übrige Schnabel, welchen man den Nagel zu nennen pflegt, ist stumpf und breit bei den Enten, spitzer und schmaler schon bei den Sägetauchern; derselbe bildet die hakenartige Schnabelkrümmung bei den Möwen,

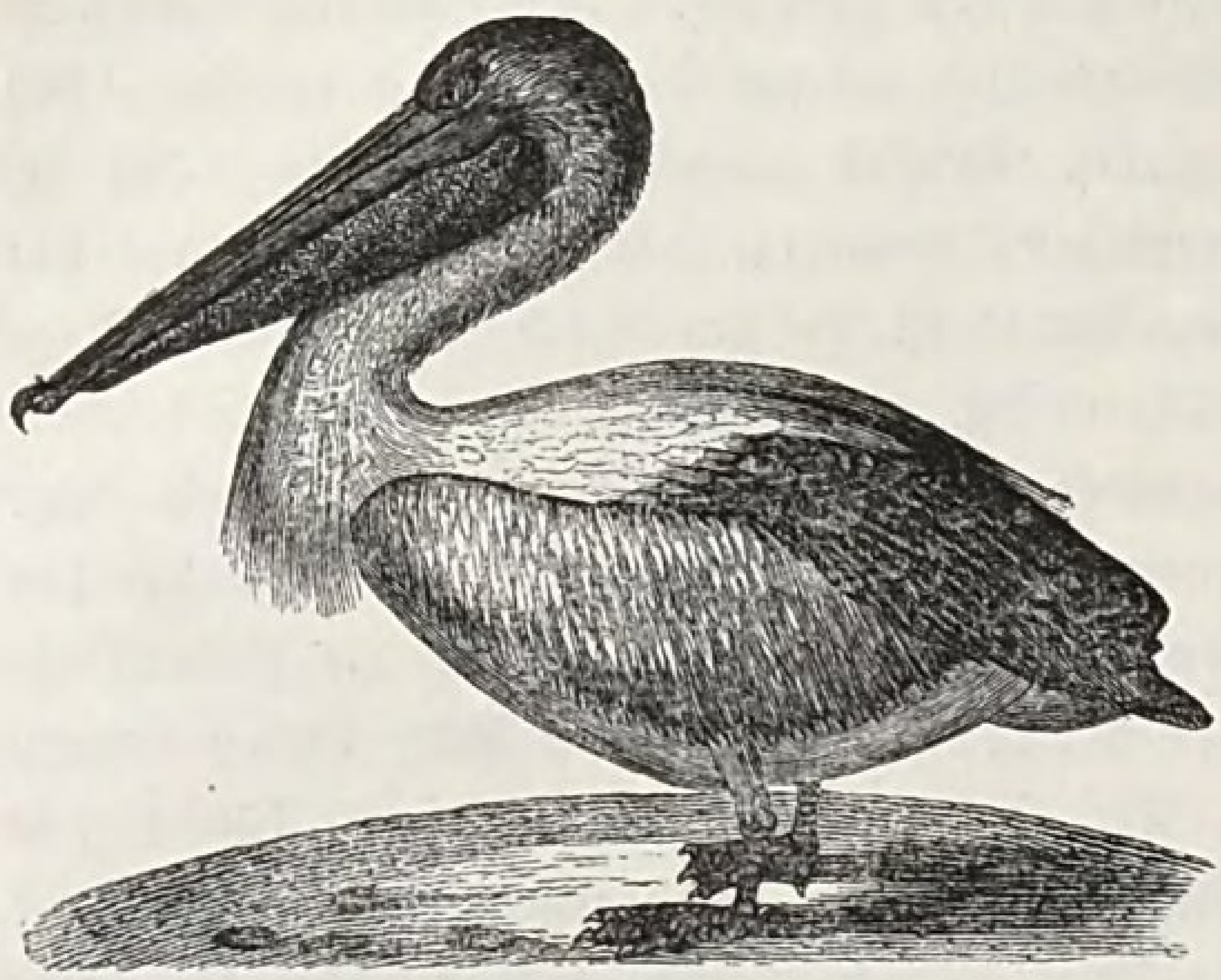


Fig. 474 a. Der Pelikan (Pelecanus onocrotalus). 1/20 d. nat. Gr.

Fregattvögeln und Albatrossen (Diomedea exulans) und sieht, besonders bei letztern, aus, wie ein in die Schnabelkuppe eingefügtes Stück. Bei den Pelikanen (Fig. 474 a), deren Kiefer eine gewaltige Größe erreichen, zeichnet sich der Nagel als ein spitzer Haken ganz besonders aus. Sehr befremdend ist eine Eigenthümlichkeit des Scheerenvogels (Rhynchops), indem bei diesem Thiere die untere Hälfte des Schnabels bedeutend länger ist als der Oberschnabel. — Eine große Zahl von Schwimmvögeln besitzt auf den Kieferrändern einen Filtrirapparat, indem eine lange Reihe querstehender Hornblättchen auf denselben hervorragt. Wenn solche Vögel (Blätterschnäbler Lamellirostres), schnatternd den halbflüssigen Schlamm in ihren Schnabel aufnehmen, so fließt das Wasser, nebst dem breiartigen Kothe zwischen jenen Blättchen wieder heraus, während alle gröberen Gegenstände, Körner, Würmer u. s. w., im Schnabel zurückbleiben. Bei den Enten kann man diese merkwürdige Einrichtung, welche einigermaßen an die Zahnbildungen anderer Thiere erinnert, sehr ausgezeichnet sehen. Die Sägetaucher haben von der rückwärts gerichteten, sägezahnähnlichen Form ähnlicher langer Hornblätter ihren Namen; die Tölpel (Sula) gleichen ihnen hierin fast ganz. Bei der Löffelente sind die Hornblättchen sehr dünn, Borstenhaaren ähnlich. — Die Nasenöffnungen stehen bei den Schwimmvögeln bald näher vor der Stirn, bald mehr der Mitte des Schnabels genähert und bei den spitzschnäbligen Vögeln sind sie in einer rinnenartigen Seitenfurche oft fast verborgen. Bei den Tauchern und Pelikanen bemerkt man dieselben kaum als schmale Ritzen und bei den Scharben scheinen sie wirklich ganz zu fehlen. Als deutliche Oeffnungen auf der Seite des Schnabels zeigen sie sich bei den Enten, Möwen und vielen andern Gattungen. Bei den Albatrossen (Fig. 474 b) ragen sie als kleine Röhren oder Rollen an der Seite des Schnabels hervor und bei den Sturmvögeln sind sie gar in einer gemeinsamen ziemlich langen Röhre auf dem Mittelrücken desselben vereinigt. — Die Wachshaut, welche den Schnabel überzieht,

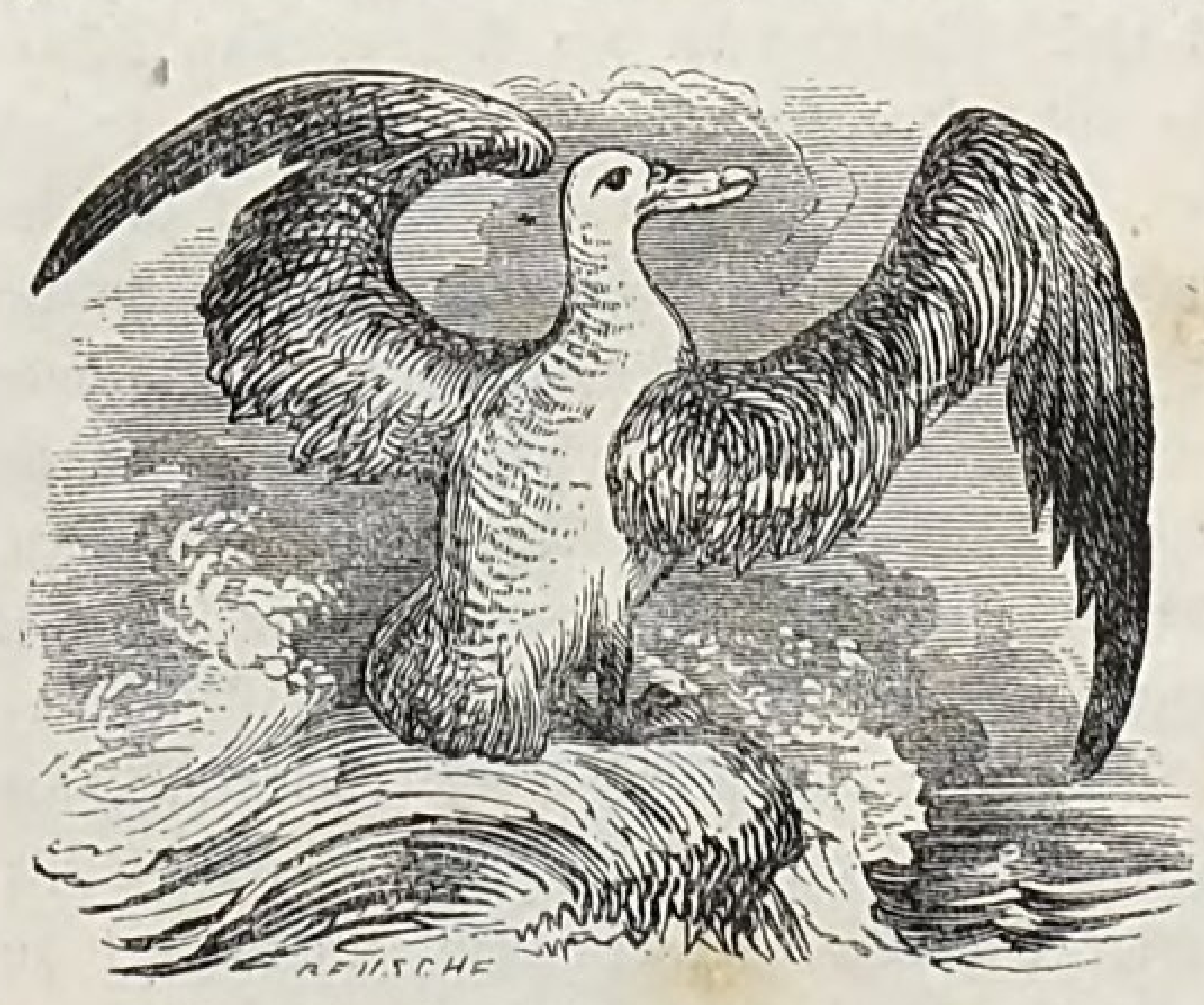


Fig. 474 b. Der Albatros (Diomedea exulans). 1/16 d. nat. Gr.

ist bei den Schwänen, Schwanengänsen (Anas cygnoides) und Moschusenten (A. moschata vor der Stirn knollenartg aufgetrieben. — An den sehr weit getrennten Aesten des Unterschnabels tragen die Pelikane (Fig. 474) einen gewaltigen Kehlsack, welcher einen großen Vorrath von Fischen aufzunehmen vermag. Bei den Scharben ist diese Kehlhaut, welche fast von Federn entblößt zu sein pflegt, in geringerem Maße ebenfalls vorhanden.

Das Gefieder, mit welchem die Schwimmvögel vom Schnabel bis zum untern Theile des Unterschenkels dicht bedeckt sind, ist sehr eigenthümlich und nur bei den Wasserhühnern unter den Stelzvögeln in einer ähnlichen Beschaffenheit zu finden. Die Schäfte der Deckfedern sind nämlich so dünn, daß sie oft die Bartfasern nicht merklich übertreffen und die letztern sind haarartig, am untern Theile der Feder aber sehr zart flaumig. Vieler zwischen den Deckfedern stehender Flaum macht dieses Kleid um so dichter. Hiedurch wird die Haut mancher Schwimmvögel zu einem vorzüglichen Pelzwerke und die der Schwäne, Eidervögel, Sägetaucher und Steißfuße wird wirklich als solches nicht selten verarbeitet. — Um das Gefieder vor Benetzung zu sichern, ist dasselbe sehr fettig und bei keiner Ordnung der Vögel wird es mit dem von der Bürzeldrüse ausgesonderte Oele so reichlich getränkt als bei dieser. Beim Pelikane sind die Augen von nackten Kreisen umgeben. Manche Entenvögel und die Sägetaucher tragen auf dem Kopfe eine Federnholle, die Eidervögel zwei nackte Schwielen. Ein sehr schöner Federbusch und Kragen ziert den Kopf des Steißfußes (Fig. 475), besonders des Männchens. Die Ausbildung der Schwungfedern ist sehr verschieden. Während die Fregattvögel (Fig. 476) durch eine ungeheuere Ausdehnung der Schwingen alle übrigen Vögel weit übertreffen und so ausgezeichnet

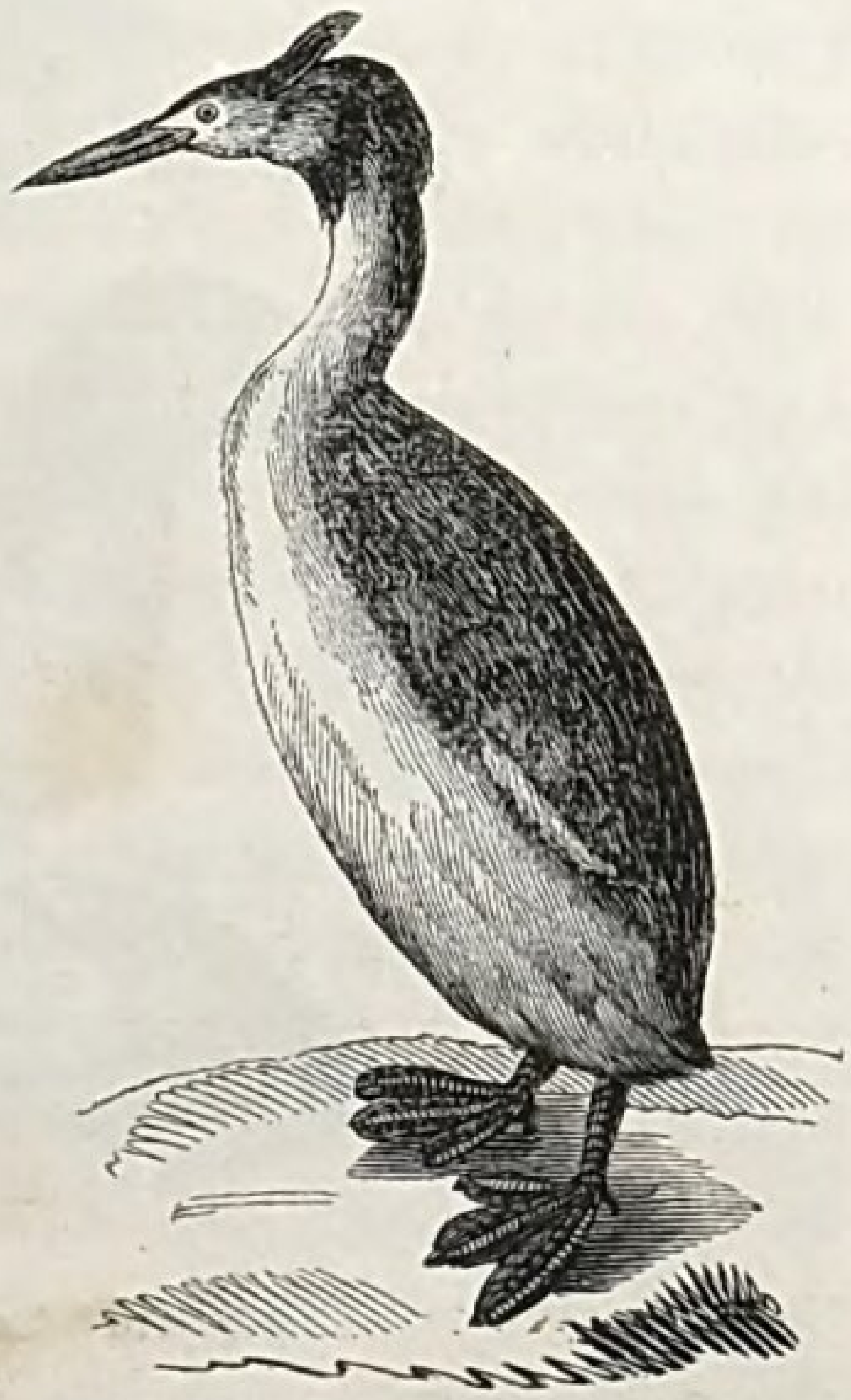


Fig. 475. Der gehaubte Steißfuß (Podiceps cristatus). — 1/5 d. nat. Gr.

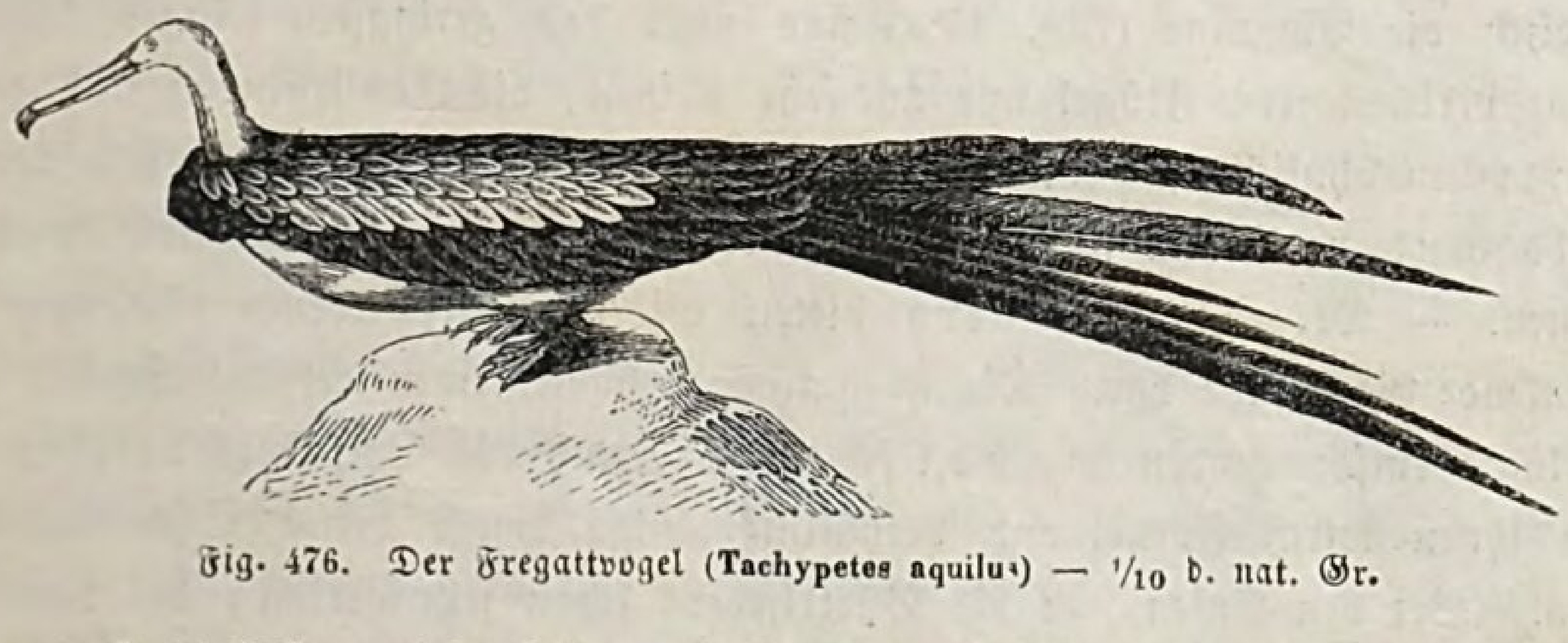


Fig. 476. Der Fregattvogel (Tachypetes aquilus) — 1/10 d. nat. Gr.

fliegen, daß dieselben nicht selten vierhundert Meilen weit vom Lande über dem offenen Meere gesehen werden, auf welches sie sich niemals zum Schwimmen niederlassen; während ferner die Schwalbenmöwen oder Seeschwalben (Fig. 477) durch die Länge ihrer Schwingen und die pfeilschnelle, segelnde Bewegung ihres Fluges

den eigentlichen Schwalben ähnlich sind, und die Scharben, Pelikane und Tropikvögel (Phaeton), die Sturmvögel und Albatrosse, sowie die meisten Möwen ebenfalls als die stärksten Flieger gelten können, gibt eine geringere Ausdehnung der Schwingen den Schwänen, Gänsen und Enten nur in mäßigerem, bei letzteren schon sehr beschränktem, Grade das Vermögen zum Fluge. Die Taucher und Steißfuße haben noch weit kleinere, aber mehr schmale, als kurze Schwingen und fliegen mit diesen, wenn gleich nicht anhaltend, so doch ziemlich gewandt. Die Alken (Fig. 478)

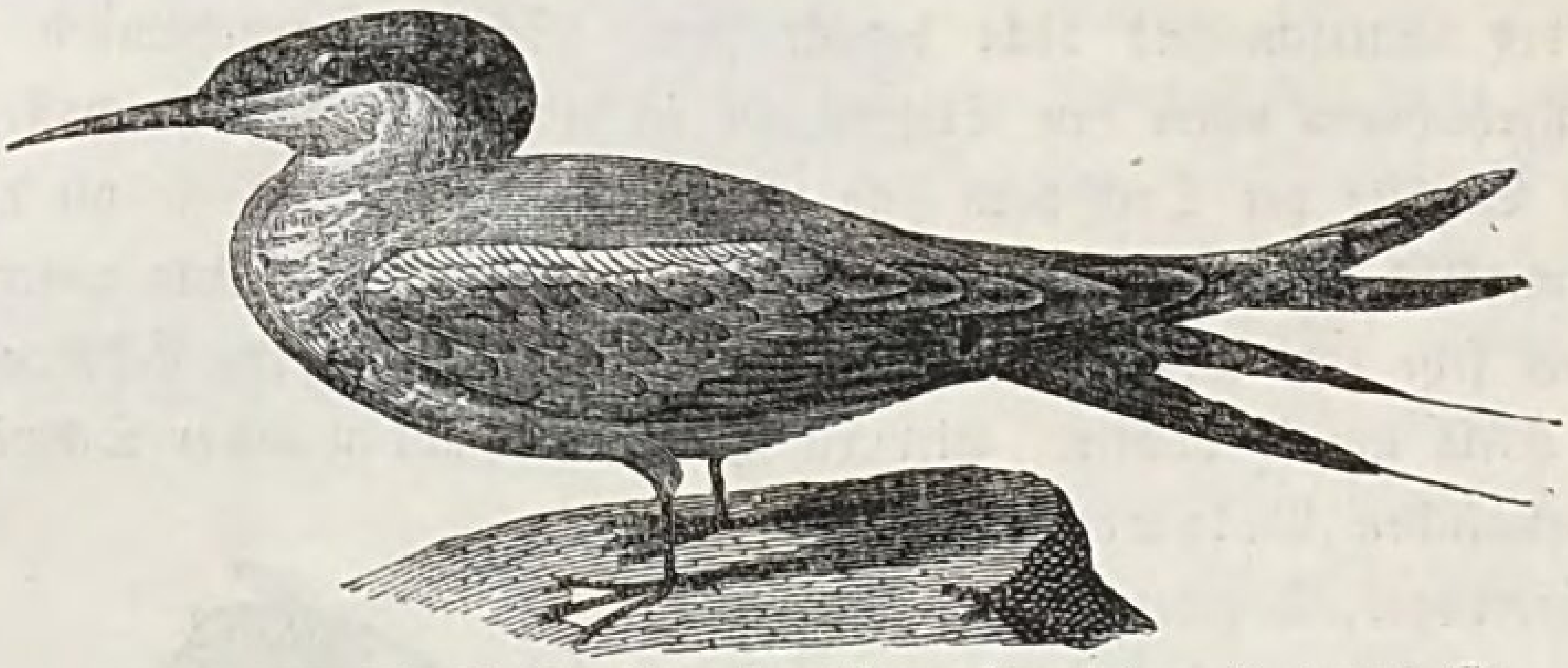


Fig. 477. Die Seeschwalbenmöwe (Sterna hirundo). — $1/3$ d. nat. Gr.



Fig. 478 Der Tord-Alk (Alca torda) — $1/8$ d. nat. Gr.

und Lummen können, wegen der unvollkommenen Ausbildung ihrer Schwungfedern nur noch flatternd sich fortbewegen, indem sie mit den Füßen auf dem Wasser laufen, und endlich die Pinguine (Fig. 473) sind nicht des geringsten Fluges fähig, da ihre ganz verkümmerten Flügel nur mit sehr kleinen, dicht anliegenden und gefransten Schüppchen ähnlichen, Federn bedeckt sind. Diese Vögel bedienen sich der Flügel als Ruder, indem sie tauchend unter dem Wasser oft ziemlich weit fortschwimmen. — Die Steuerfedern bieten bei den verschiedenen Gattungen eben so bedeutende Gegensätze dar. Die Fregattvögel haben einen der ungeheuren Größe ihrer Flügel entsprechenden Gabelschwanz, und die Seeschwalben (Fig. 477) kommen ihnen durch Form und verhältnißmäßige Länge dieses Steuerruders am Nächsten. Bei den Enten sind die Bürzelfedern schon sehr gering; bei den Steißfußen (Fig. 475) fehlt jede Spur eines Schwanzes gänzlich. Die im Fluge nach hinten gestreckten Ruderfüße ersetzen letzteren Vögeln den Schwanz mehr oder weniger. Der Schwanz des Tropikvogels ist mit zwei langen, sehr schmalen Halmen ähnlichen, Federn geschmückt, welche ihm übrigens beim Fliegen nichts

nützen und beim Schwimmen hinderlich sind. Wegen der Kürze der Füße ist es den Schwimmvögeln nicht leicht, sich zum Fluge zu erheben. Sie nehmen zu diesem Zwecke gern ihre Stellung gegen den Wind und schlagen, wenn sie vom Wasser auffliegen wollen, mit den Flügeln auf die Fläche desselben, um sich emporzuschnellen. Die langeflügelten sind im Stande, sich sanft auf das Wasser niederzusenken, und oft schweben sie mit Flügelschlägen auf den Wellen. Die kurzgeflügelten segeln schief auf das Wasser herab und fahren dann gleitend eine Strecke auf dem Spiegel dahin.

Ausgezeichnet ist der seidenartige, ja mitunter silberähnliche Glanz des Gefieders. Auch schöne Farben fehlen bei gewissen Gattungen, besonders den Entenvögeln, nicht ganz, zumal ein prachtvoll metallisches Blau und Goldgrün, zeichnet einzelne Körpertheile derselben nicht selten aus. Im Allgemeinen jedoch herrschen braune und graue, hellgreise und schneeweiße Färbungen vor und um so mehr, als die Gattungen den kälteren Gegenden der Erde angehören. Nur Schnabel und Füße sind auch bei solchen mitunter grün oder roth gefärbt. Die Verschiedenheiten der Männchen und Weibchen sind selten erheblich, oft sind beide Geschlechter völlig gleich. Dagegen wechseln manche Arten, z. B. die Steißfuße ihre Farben bedeutend mit dem Alter, so daß man leicht ein junges und ein altes Thier von einer Art für zwei ganz verschiedene Vogelarten halten kann. Auch haben einige, wie die Taucher, ein vom Sommerkleide ganz verschiedenes Winterkleid. Die meisten mausern sich jährlich zweimal. Indessen ist auch hier der begehrliche Mensch im Stande gewesen, die Natur seinen Wünschen zinsbar zu machen, indem die Gänse unaufhörlich und in kürzester Zeit die Federn wieder erzeugen, welche man ihnen allmonatlich, so lange die Jahreszeit es erlaubt, abzurupfen pflegt, wenn so eben die Federkeime vollends zu vertrocknen im Begriffe sind. Dieser Umstand ist von hoher Wichtigkeit für den Menschen, welchem die Federn dieser Vögel weit mehr noch, als die aller übrigen, willkommen sind, um sich mittelst derselben das weiche und warme Lager zu verschaffen, in welchem er sich der nächtlichen Ruhe überläßt. Mancher Mensch hat noch nie darüber nachgedacht, welch eine Wohlthat ihm durch diese Gabe die Natur erwiesen hat. Auch herrschen über die Ursache, durch welche es geschieht, daß die Federn wärmen, bei Denjenigen, welchen die Lehren der Physik fremd sind, häufig die irrigsten Vorstellungen. Keineswegs geht hiebei die Wärme von den Federn aus; sie sind so wenig die Ursache der Wärme, als die Haare des Pelzwerkes, in welches wir uns kleiden. Die Wärme erzeugt sich durch die Athmung und Blutbildung im Innern des Körpers und steht bei den verschiedenen Thieren in genauem Verhältnisse mit diesen Vorgängen. So gut aber, wie ein Ofen, sei er auch noch so sehr erwärmt, allmählig dadurch abkühlt, daß er seine Wärme der ihn umgebenden Luft mittheilt, ebensogut würde jedes Thier, wenn seine Haut unmittelbar von kühler Luft berührt würde, seine Wärme beständig theilweise verlieren müssen. Umhüllt man dagegen einen Ofen mit dicken Strohdecken, so bleibt die Wärme in demselben zurück, indem das Stroh zu den schlechten Wärmeleitern d. h. zu denjenigen Stoffen gehört, welche nicht leicht Wärme in sich aufnehmen und folglich dieselbe auch nicht fortleiten. Zu eben diesen Stoffen gehören auch alle diejenigen Materialien, aus welchen wir unsre Kleider machen und durch welche wir verhindern, daß die Luft frei an unsern Körper dringe und demselben

seine Wärme entziehe: Leder, Wollengewebe, Haarpelze und Federnrauchwerk. Je dicker daher die Haut oder die Haar- und Federndecke ist, desto mehr wird die Wärme im Innern eines Thieres zusammengehalten. Eine dicke, feste Horndecke hindert die Beweglichkeit des Körpers, deßhalb besteht die Bedeckung aller Haarthiere, welche in kälteren Ländern leben, aus feinen Hornfasern, den Haaren, und die Federn der Vögel sind ebenfalls nicht anderes, als Büschel von Hornfasern. Je dichter diese stehen, desto weniger vermag die Luft zwischen dieselben einzudringen und mit der Haut in Berührung zu kommen. An jedem Gegenstande haftet nämlich die ihn zu allernächst umgebende Luft mehr oder weniger und erfrischt sich nur sehr allmählig. Wir spüren dies an unserem Hauptaare deutlich. Denn wenn man sich in einem Lokale aufgehalten hat, in welchem sich übel riechende Luft (z. B. Tabaksqualm) befand, so bleibt dieselbe hernach, selbst wenn wir stundenlang uns im Freien befinden, im Hauptaare zurück und wird erst durch vielfaches Kämmen zerstreut. So ist also das Thier zwischen seinen Haaren, oder Federn, stets mit einer erwärmten Luftschicht umgeben, welche sich durch die Ausdünstungen der Haut stets ersetzt und deren Wechsel um so geringer ist, je dichter die Haare oder Federn stehen. Aehnlich befinden wir uns unter der schützenden Decke der Federbetten, unter welchen die Luft sich durch unseren Körper, dessen Haut sie berührt, rasch erwärmt. —

Das Skelett (Fig. 479) der Schwimmvögel zeigt einen Schädel, an welchem die Verhältnisse der Stelzvögel sich ziemlich wiederholen, nur daß die Schläfengruben meistens geringer sind und die Hinterhauptsfläche senkrecht steht. Merkwürdig ist die lange Reihe der Halswirbel, deren die Möwen und Sturmvögel zwar nur so viele besitzen, als die Hühner nämlich dreizehn, wogegen die Enten vierzehn, die Pelikane sechszehn, die Scharben und Tölpel siebenzehn, die

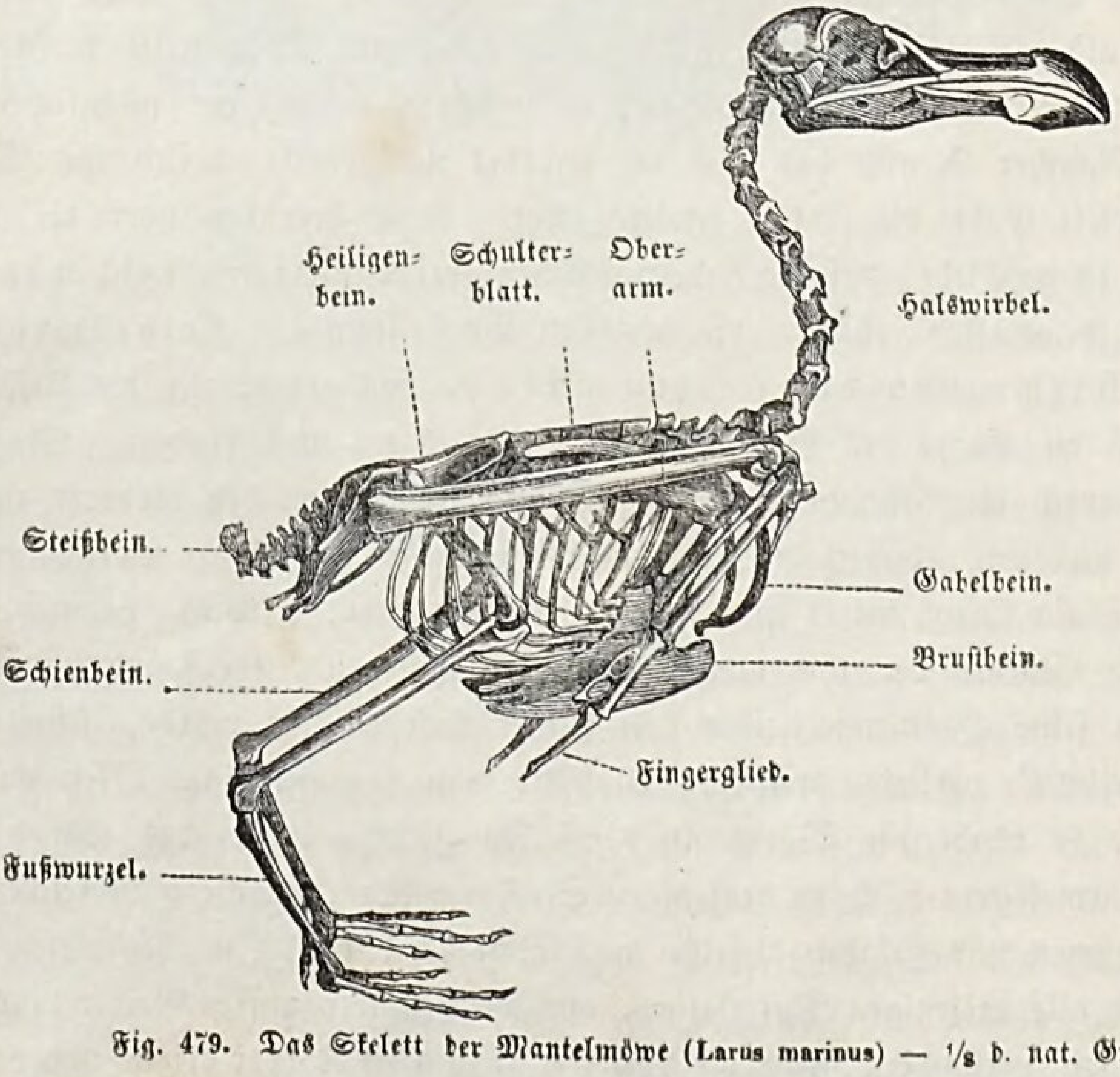


Fig. 479. Das Skelett der Mantelmöwe (Larus marinus) — 1/8 d. nat. Gr.



Fig. 479 a Das Skelett des Schwanes. — 1/10 d. nat. Gr.

Schwäne (Fig. 479 a) gar drei bis vierundzwanzig zu haben pflegen, die größte Zahl, welche bei einem jetzt lebenden Geschöpfe vorkommt. Die Rückenwirbel tragen nur auf der Oberseite Dornen, diese aber sind immer sehr entwickelt. Das Kreuzbein ist schmal. Die Rippen sind zahlreich und entsprechen der großen Länge des Brustbeines. Dieser Knochenschild bedeckt den größten Theil des Bauches und schützt somit den ganzen Behälter der Eingeweide. Dabei befindet sich an demselben nur jederseits ein Ausschnitt, oder auch nur eine hautige Verdünnung und bei den Sturmläufern, (Thalassidroma pelagica), einer Art von Sturmvögeln, fehlt selbst diese; auch besitzt das Brustbein keine Luftzellen. Die Rabenschnabelbeine sind bei den besten Fliegern kurz, aber ungeheuer breit: die Unterarmknochen bei einigen schlecht oder bei gar nicht fliegenden Gattungen sehr verkümmert. Bei den ausgezeichnet fliegenden Albatrossen, Fregatten und Scharben sind alle Armknochen ungewöhnlich verlängert. Besonders große Unterschiede zeigt nach demselben Verhältnisse auch die Bildung der Hand, deren Länge bei den Fregattvögeln die vorzüglichste Ursache des beispiellosen Flugvermögens ist. — Das Becken ist schmal, beim Pinguine sind die Hüftbeine sogar nur schwache, dem Schulterblatte ähnliche Knochen, welche sich mit den ersten Kreuzbeinwirbeln gar nicht verbinden. Die Knochen der Hintergliedmaßen sind, mit Ausnahme der

Zehen, sehr kurz. Besonders auffallend ist die, dem Oberschenkel oft nicht einmal gleiche, Kürze des Unterschenkels, dessen Schienbein aber sehr kräftig ist. Letzteres hat bei den Tauchern und Steißfußen, welche ganz aufrecht zu stehen pflegen, am obern Ende eine verlängerte Spitze, welche zur kräftigeren Stütze der Streckmuskeln des Fußes dient, deren Wirkung zugleich beim Rudern sehr wichtig ist. Der Tarsenknochen pflegt immer kürzer, höchstens ebenso lang zu sein, als die Mittelzehe. Dabei ist dieser Knochen bei den zuletzt genannten und manchen andern Gattungen sehr schmal, von den Seiten zusammengedrückt, wodurch er um so leichter beim Rudern das Wasser durchschneidet. Bei den Pinguinen besteht der Tarsus aus drei an ihren Enden verbundenen Knochen und bildet dadurch die breite Sohle, welche den auf dem Lande völlig unbehülflichen Thieren das Gehen um etwas erleichtert. Diesen Vögeln, sowie einigen andern nicht viel besser fliegenden Gattungen, fehlt die Pneumaticität der Knochen fast gänzlich; dagegen erstreckt sich die Verbreitung der Luftzellen unter der Haut bei einigen sehr weit, beim Pelikan bis zum Ende der Hand und des Oberschenkels. Beim Pelikan und Tölpel sind aber auch die Knochen in ausgezeichnetem Grade pneumatisch.

So mannigfach verschieden die Gestalt des Schnabels ist, fast ebenso verschieden ist die Nahrung der Schwimmvögel; doch stimmen alle darin überein, daß sie dieselbe am liebsten aus dem Wasser holen. Die einen gehen hauptsächlich nur in Sümpfen oder auf feuchten Wiesen ihrer Speise nach; andere schwimmen gern auf stillen Flüssen oder Teichen; wieder andere schwimmen oder fliegen auf dem Meere, manche über dem wildesten Wogengebrause. Die einen tauchen nach ihrer Beute nur schwimmend mit dem Kopfe und Halse unter, die andern mit dem ganzen Vorderkörper, so daß der Hinterleib allein und senkrecht aus dem Wasser ragt, wieder andere begeben sich ganz unter das Wasser. Sehr viele tauchen fliegend, andere laufend, die Pinguine selbst unter dem Wasser mit den Flügeln rudernd. Ob auch die einen viele Pflanzen, die meisten aber hauptsächlich thierische Stoffe genießen, so ist ihr Magen doch allgemein fleischig und fest. Denn diejenigen, welche Fische fressen, bedürfen dieser Einrichtung wegen der Gräthen, welche sie mit verschlucken und welche sie als Knäuel, wie die Raubvögel ihre Gewölle, durch den Schlund wieder hervorwürgen. Dagegen zeigt sich der Unterschied der Nahrung in der Größe des Kropfes, welcher den meisten Fischfressern ganz fehlt, und in der verschiedenen Länge der Blinddärme, die nur bei den Blätterschnäblern lang sind, besonders bei den Schwänen, welche meistens Wasserpflanzen fressen. Der Kropf des Pelikans bildet mit den übrigen Magensäcken nur einen großen, gemeinsamen Behälter. Diejenigen Schwimmvögel, welche in den Sümpfen und auf stillen Gewässern ihrem Futter nachgehen, zumal die Enten verzehren außer Samen und andern Theilen von Wasserpflanzen eine unendliche Menge von Würmern und Maden, Larven der fliegen- und mückenartigen Insekten, welche die erste Zeit ihres Lebens im Wasser zubringen. Auf dem Meere fressen sie außer Fischen auch Weichthiere, besonders Sepien, Fischrogen, und manche das Aas von Fischen und Walen. Diese Nahrung, besonders die von Fischen, erzeugt im Körper der Schwimmvögel eine reichliche Menge von Fett, mit welchem sich das Zellgewebe derselben außerordentlich anfüllt, zumal bei den Gattungen, welche nicht eben fliegen und bei denen

jenes Gewebe der Luft wenig zugänglich ist. Manche dieser Thiere sind dieses Stoffes wegen von großer Wichtigkeit für den Menschen. Auch sind im Allgemeinen diese fast nur von Fischfleisch sich nährenden Geschöpfe für denselben eine nicht ganz verwerfliche Speise. Einige solche liefern die wichtigste Nahrung für die Bewohner der Polarinseln, und bei uns liefern die mit Hornblättern auf den Schnabelrändern versehenen Schwimmvögel, die Enten und Gänse, in Folge ihrer mehr aus dem Pflanzenreiche und von Thieren, welche kein rothes Blut enthalten, genommenen Nahrung, sogar ein vorzügliches Fleisch. —

Der Mist der Schwimmvögel ist von einer Wichtigkeit, welche dasselbe Produkt bei andern Vögeln nicht erreicht. Aller Vogelmist, welcher stets mit weißer Harnsäure reichlich vermengt ist, darf als ein vorzüglicher Dünger gelten. Gärtner wissen den Hühner= und Taubenmist sehr zu schätzen. Allein man hat nicht leicht bedeutende Massen desselben. Die Schwimmvögel jedoch, von deren zahllosen Schaaren manche Küsten und Eilande gleichsam bedeckt sind, düngen nicht allein solche Orte ihres Aufenthaltes, sondern man kennt Inseln, auf deren Boden der Vogelmist im Verlaufe der Zeiten sich zu ungeheuren, viele Fuße dicken Schichten angesammelt hat, so daß man jetzt jährlich viele Schiffsladungen desselben aus dem südlichen Oceane nach Europa führt. Wegen der bedeutenden Menge von Phosphorsäure, welche gerade aus der Verdauung von Wasserthieren hervorgeht die an diesem Stoffe reicher sind, als die Landthiere, ist dieser Vogelmist, den man unter dem Namen Guano im Handel versendet, eine ausgezeichnete Düngung.

Die Stimmwerkzeuge der Schwimmvögel sind keiner Mannigfaltigkeit der Töne fähig. Die Vögel dieser Ordnung stehen in jener Beziehung ganz auf gleicher Stufe mit den Stelzvögeln, indem der untere Kehlkopf nur ein Muskelpaar, oder deren zwei, zu besitzen pflegt. Kreischende Stimmen sind vorherrschend. Die Albatrosse schreien fast wie der Esel. Eigenthümliche Gurgeltöne bringen manche Möwen, zumal die sogenannten Lachmöwen, und auch die Schwäne hervor. Die Stimmen der letztern klingen sanft und hallen, wenn ein Schwarm in der Ferne sich hören läßt, fast wie ein Geläute. Alle andern blätterschnäbligen Schwimmvögel haben am untern Kehlkopfe bedeutende Knorpelkapseln, welche bei den Männchen stark aufgetrieben sind. Bei den Enten ist dieses besonders auf der linken Seite des Kehlkopfes der Fall, und im ungeheuersten Grade bei den Sägetauchern. Diese Vorrichtung dient ohne Zweifel zur Verstärkung des gellenden Geschreies.

Auch rücksichtlich des Gehirns und der Fähigkeiten stehen die Schwimmvögel mit den Stelzvögeln auf ziemlich gleicher Stufe. Scharben werden in China zum Fischfange abgerichtet, Pelikane in Indien. Merkwürdig ist der Instinkt der Raubmöwe, welche anstatt selber Fische für sich zu fangen, andre Möwen verfolgt, bis diese, durch die Verfolgung geängstigt, ihre Beute aus dem Schnabel oder selbst aus dem Kropfe von sich speien, und dann diese Beute noch in der Luft auffängt und verschlingt. — Die Gans ist durch ihre Wachsamkeit, worin sie den Hund übertrifft, seit alten Zeiten berühmt. Ein Irrthum würde es sein, wenn man die Größe des Gehirnes mancher Schwimmvögel, z. B. der Enten, nach der Länge des Schädels beurtheilen wollte, indem der innere Raum desselben wegen der Dicke der zelligen Wandungen weit geringer ist.

Viele Schwimmvögel nisten in Rohr und Schilf, machen jedoch sehr kunstlose Nester; andre legen ihre Eier auf den flachen Strand, welcher z. B. von brütenden Seeschwalben in manchen Gegenden wimmelt; noch andre nisten in Felsenklüften, welche sie nur mit Federn auskleiden. So zeichnen sich die Eidervögel durch die weiche Ausfütterung, welche sie ihren Nestern geben, besonders aus. Sie sammeln den Flaum von ihrem Leibe, welcher im Begriffe ist abzufallen und rupfen sich dadurch ganz kahle Brüteflecke. Diesen kostbaren Flaum sammeln die Bewohner der Färöer und anderer Inseln der Nordsee oft mit Lebensgefahr, und zweimal wird der Vogel auf diese Weise seines Nestes und nebenbei seiner Eier beraubt, ohne daß er jedoch sich dadurch abhalten ließe, Nest und Brut zu erneuern. Die Nester der Pinguine sind ofenförmige, zwei bis drei Schuhe tiefe Löcher, welche sie mit ihrem starken Schnabel graben; die Alken brüten ebenfalls in gegrabenen Höhlen, welche lang und gangartig sich unter dem Boden hinziehen. Die Eier, deren die Schwimmvögel zum Theil eine große Zahl legen, sind bei vielen Gattungen genießbar, bei einigen sogar sehr wohlschmeckend, letzteres zumal bei denjenigen, welche gerade die meisten Eier bringen. Dieses sind die Blätterschnäbler. Die Schwäne tragen zu einer Brut gegen acht, die Gänse und Enten fünfzehn Stück. Diese letztern beiden Vogelarten aber lassen sich auch durch Entziehung der Eier zu fortgesetztem Legen bringen, wenn gleich sie freilich nie so viele Eier geben, als die Hühner. Die Eier der meisten Seevögel schmecken thranig; auch legen dieselben gewöhnlich nur eins oder zwei, höchstens drei bis fünf zu einer Brut. Dennoch ist ihre Vermehrung, wegen der Leichtigkeit, mit welcher diese Vögel ihre Nahrung finden, und wegen der sichern Zuflucht vor Feinden, welche den meisten das Wasser gewährt, außerordentlich. Manche Schwimmvögel leben paarweise und halten paarweise zusammen, auch wenn sie sich in großen Schaaren sammeln. Bei andern Gattungen sind die Männchen seltener und daher viele Weibchen um ein Männchen versammelt. Die männlichen Sturmvögel, Albatrosse, Möwen, Alken, Lummen und Pinguine brüten mit den Weibchen abwechselnd und füttern die Jungen im Neste, während die Jungen anderer Arten fast aus dem Ei auf das Wasser laufen. Eigentliche Nesthocker gibt es überhaupt nicht unter ihnen, da sie stets mit Flaum bedeckt und mit offenen Augen ausschlüpfen.

Während einige Schwimmvögel fast nie das Wasser verlassen, weil sie ihre Beine zum Gehen nur wenig gebrauchen können, wie die Pinguine, welche mühsam auf dem Bauche vom Strande nach ihren Nestern hinrutschen, so gehen andere nicht ungern, wenigstens auf den flachen Strand. Einige Gattungen aber setzen sich zuweilen sogar auf Baumzweige, und zwar gerade die mit den vollständigsten Rudern versehenen, die Tropikvögel und Fregatten. Die Pinguine gehen nur zur Brutzeit an das Ufer und leben sonst stets auf offenem Meere. —

Obgleich an Seeen und Flüssen auch auf dem Festlande viele Schwimmvögel zu leben pflegen, so ist doch die Häufigkeit und Mannigfaltigkeit derselben an den Meeresküsten und auf Inseln unendlich viel größer und erreicht in den kältern Gegenden einen solchen Grad, daß Schaaren dieser Thiere auf dem Strande und auf dem Wellenreiche sich drängen und die Luft von Wolken derselben verdunkelt ist. Die meisten Gattungen beherbergt der äußerste Norden und der fernste Süden, von

wo dieselben in den kalten Jahreszeiten sich mehr in die gemäßigten Gegenden begeben. Wenige Gattungen nur sind auch in der heißen Zone zu Hause, von welcher die Tropikvögel ihren Namen haben, weil der Seefahrer an ihnen die Nähe der tropischen Kreise erkennt. Die Scharben, Fregatten, Pelikane, Albatrosse und Scheerenschnäbler werden hauptsächlich in dieser Zone getroffen. Die Steißfuße dagegen sind durch alle Zonen verbreitet, und ebenso bewohnt die wilde Ente, ohne irgend erhebliche Ausartungen zu zeigen, alle Länder von Lappland bis zum Kaplande.

Die ausgestorbenen Vogelgattungen.

Weit seltener, als die kräftigen Knochen der Haarthiere, findet man in den Erd- und Felsschichten des Bodens Knochen von Vögeln in erkennbarem Zustande erhalten. Indessen zeigen sich genügende Spuren, welche ein ziemlich frühes Vorkommen vogelartiger Geschöpfe beweisen. Nicht weiter zu gedenken der Fußspuren (Fig. 480), welche sich bereits im sogenannten „Bunten Sandsteine" in Nordamerika gefunden haben und deren Ursprung vielleicht für alle Zeiten räthselhaft bleiben wird, so ist doch ein Skelett von einem den Singvögeln nahe verwandten Geschöpfe in den zur Kreideformation gehörigen Schiefern des Kantons Glarus in der Schweiz gefunden worden. Jener Vogel steht also dem Alter nach in der Mitte zwischen den ersten Spuren beutelthierartiger Wesen, welche man in den jüngsten Juraschichten gefunden hat, und den mit Beginn der Tertiärperiode zuerst erscheinenden Verwandten der jetzt allgemein verbreiteten Haarthieren. In den alttertiären Schichten der Gegend von Paris hat man Knochenüberreste von Schwimmvögeln, Stelzvögeln und Raubvögeln, in andern Gegenden in mitteltertiären Bildungen solche von Stelzvögeln, Hühnervögeln und Singvögeln, bei Oeningen in der Schweiz und in der Auvergne in Frankreich in der neutertiären Formation solche von Schwimmvögeln, Stelzvögeln, Hühnervögeln, Singvögeln und Raubvögeln angetroffen. In noch neuerern Ablagerungen sind Ueberreste von Vögeln aller Ordnungen, ziemlich viel gefunden und auch unter diesen sind noch manche Arten, welche heutigen Tages nicht mehr existiren. Besonders merkwürdig sind die Vogelknochen, welche man auf der australischen Inselgruppe Neuseeland entdeckt hat. Dieselben gehören unbekannten Gattungen an, welche zum Theil den Strauß an Größe und Kraft weit übertrafen und durch den Mangel an Luftzellen in vielen ihrer Knochen sich als sehr schwere Landvögel bekunden. Man erkannte zuerst die Natur eines riesenhaften Schenkelknochens, welcher nach London gesandt und dort anfangs einem ochsenartigen Thiere zugeschrieben war; seitdem haben weitere Nachsuchungen in Neuseeland im Rinnsale und Schwemmlande eines Baches zur Auffindung vieler Vogelknochen geführt, welche einer ganzen Zahl verschiedener und sehr merkwürdiger Arten angehören, welche man in die Geschlechter Palapteris, Aptornis, Notornis und Dinornis gruppirt. Die kleinste Art übertraf kaum die

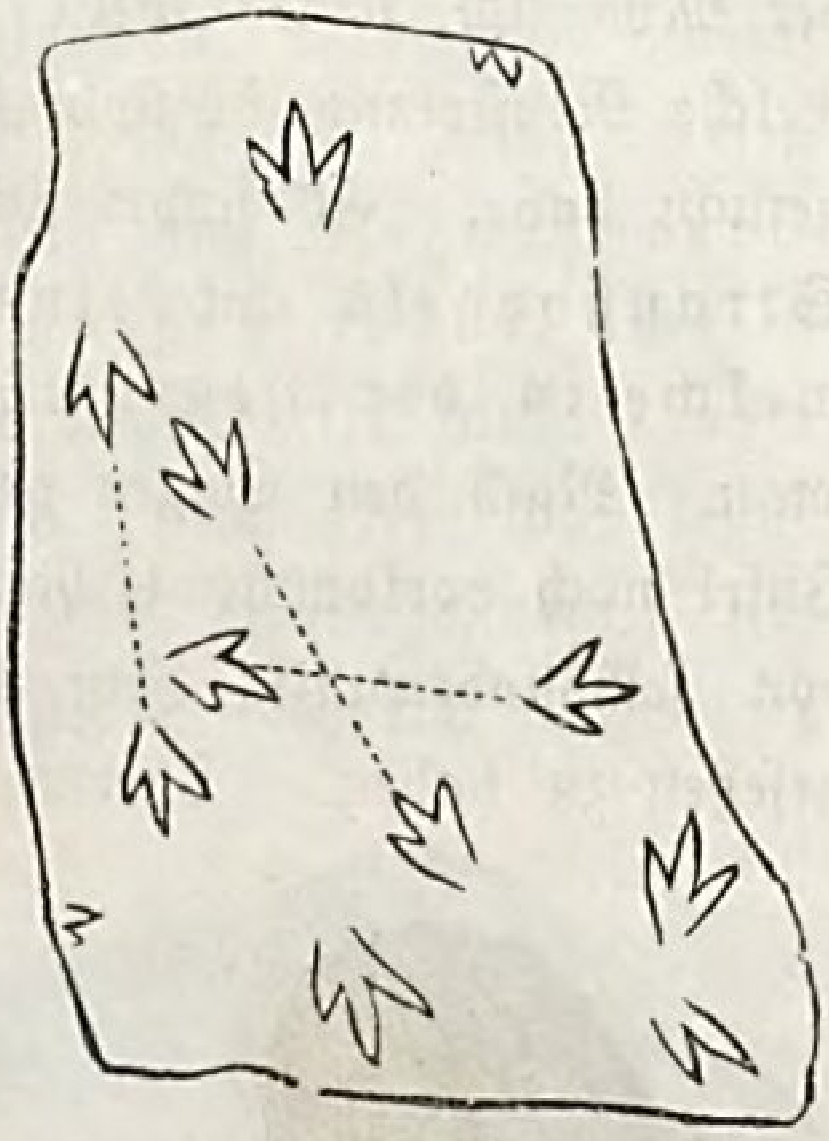


Fig. 480. „Ornithichnites" — Fußspuren im bunten Sandsteine Nordamerika's.

Trappe an Größe, die größte aber, der Moa, war ein Ungeheuer, welches sich kaum mit dem Elephanten unter den Haarthieren in Vergleichung stellen läßt. Im Hunter'schen Museum in London befindet sich nunmehr ein vollständiges Skelett von einem solchen Thiere aufgestellt. Es ist ein Vogel, welcher höher ist als die höchsten Säle eines gewöhnlichen Hauses, welcher, ein ganzes Stockwerk hoch, auch nicht eine Spur von Flügeln besitzt, auf dreizehigen Füßen geht, einen Schnabel trägt, dessen Hälften wie Schiffsboote auf einander liegen, und dessen Hinterkopf durch die Zusammenfügung seiner Theile eher an einen Krokodilkopf, als an den Schädel eines Vogels erinnert. Durch die ungemeine Stärke des Halses, die dem Schnabel eine schwerere Arbeit anzuweisen scheint, als Samen, Früchte und Kräuter zu picken, und den äußerst kräftigen Bau des auffallend kurzen und dicken Tarsenknochens im Verhältnisse zu den übrigen Gliedern, darf man annehmen, daß der Moa sich seine Speise, vermuthlich die nahrhaften Wurzeln der Farnkräuter, welche Neuseeland in üppigster Fülle bedecken, im Boden scharrend und grabend gesucht habe. Es findet sich in diesem merkwürdigen Geschöpfe die Natur eines Straußvogels und eines Hühnervogels vermischt mit Charakteren, welche in der gegenwärtigen Schöpfung nur den Eidechsen zukommen. Nach den Sagen der Eingebornen sollen solche Riesenthiere im Innern der Insel noch vorkommen; Reisende behaupten sogar, wenigstens Nester aus Reisholz von sechsundzwanzig Fuß im Umfange, ja auch die Vögel selbst dort wirklich gesehen zu haben. Jedenfalls können dieselben noch nicht vor langen Zeiten ausgestorben sein, da die Knochen noch unverwesten Leimstoff enthalten. Neuerdings sind sogar Eischalen zwischen den am Waingouyorsflusse massenweise sich vorfindenden Knochen entdeckt worden.



Fig. 481. Der Dronte (Didus ineptus), nach einem Gemälde vom Jahr 1598. — $^1/_{10}$ d. nat. Gr.

Ein anderes seltsames Thier, welches die Eigenschaften eines Raubvogels mit denen eines Laufvogels vereinigte, war der Dronte oder Dudu (F. 481), welcher früher auf Madagaskar und einigen benachbarten afrikanischen Inseln lebte, jedoch seit zweihundert Jahren nie mehr gesehen worden ist und gänzlich ausgestorben zu sein scheint. Man kennt ihn nur nach einer Abbildung vom Jahre 1598 und den Ueberbleibseln eines ausgestopften Exemplares in England, sowie nach aufgefundenen Knochenresten. Dieser Vogel hatte den Schnabel eines Geyers oder Albatrosses, die Füße eines Pinguins, aber ohne Schwimmhaut, kurze Beine, einen plumpen Körper, sehr kurze, nicht zum Fluge

fähige Arme, Schwungfedern und Steuerfedern wallend, wie beim Strauße, das Brustbein mit schwacher Kammleiste. Man hat Ursache zu glauben, daß er ein Uferraubvogel gewesen sei. —

III. Klasse. Schilderthiere oder Kriecher (Reptilien).

Den Haarthieren theilweise in der äußern Gestalt nicht unähnlich, aber alle schon durch eine ganz andere Art der Hautbedeckungen von denselben unterschieden, sind die Schildkröten (Fig. 482), Eidechsen (Fig. 483) und Schlangen (Fig. 484). Ihre Oberhaut ist, ganz wie die Bekleidung der Füße bei den meisten Vögeln, trocken und hornig und erscheint durch beweglichere Fugen in regelmäßige rundliche oder eckige Tafeln eingetheilt, welche Verdickungen der Lederhaut zur Grundlage haben und Schilder genannt werden. In der inneren Einrichtung ihres Körpers haben die Schilderthiere, welche wegen der Kürze und Stellung ihrer Beine oder wegen völligen Mangels derselben, bei ihrer Fortbewegung mit dem Bauche den Boden berühren müssen und daher auch Kriecher oder Reptilien heißen, sehr gemischte Aehnlichkeit mit den Haarthieren und mit den Vögeln. Wir dürfen daher diejenigen Verhältnisse ihres Baues, welche von der Organisation des Menschen und jener Thierklassen nicht erheblich abweichen, übergehen und nur die besondern Eigenthümlichkeiten hervorheben, welche bei den einzelnen Ordnungen der Schilderthiere sich zeigen.

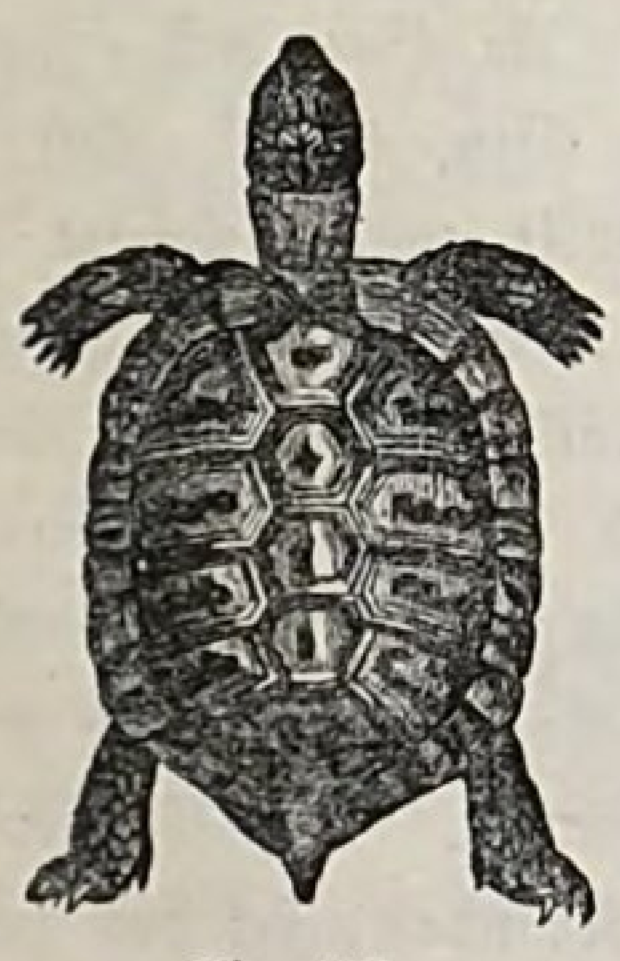


Fig. 482. Die griechische Schildkröte (Testudo graeca). ⅙ d. nat. Gr.

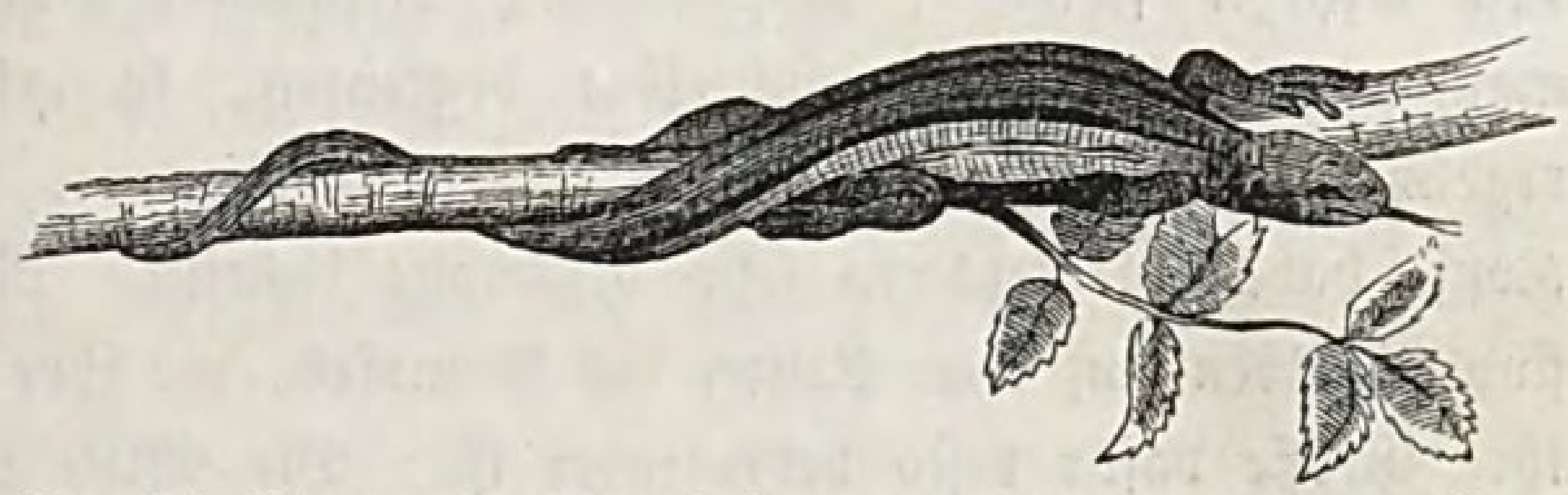


Fig. 483 Die gemeine Eidechse (Lacerta agilis). — ⅓ d. nat. Gr.

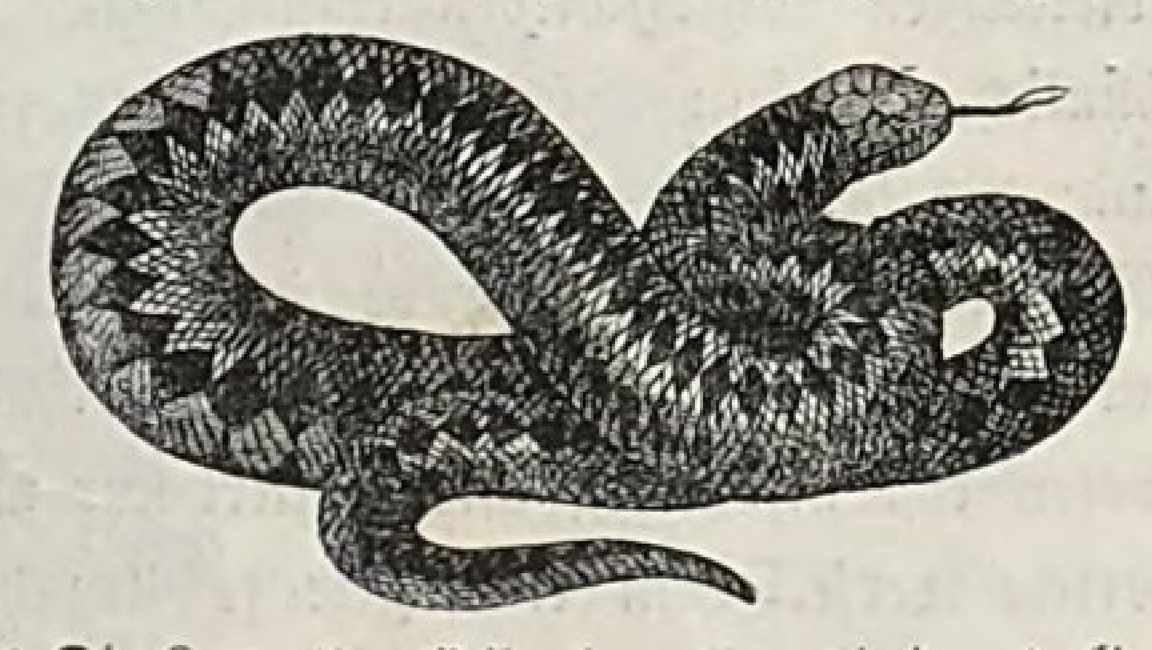


Fig. 484. Die Kreuzotter (Pelias berus). — ⅓ d. nat. Gr.

Uebersicht der Schilderthiere.

1. Ordnung: Die Schildkröten. Chelonia (Testudinata).
2. Ordnung: Die Eidechsen. Sauria.
3. Ordnung: Die Schlangen. Ophidia.
4. Ordnung: Die Schilderfische. Piscina.

Erste Ordnung.

Die Schildkröten. Chelonia.

Uebersicht

1. Familie: Landschildkröten. Chersina.
2. Familie: Süßwasserschildkröten. Emyda.
3. Familie: Meerschildkröten. Chelonina.

Thiere, welche durch einen mit Hornschildern bedeckten Panzer, sowie durch ihre vierbeinige Körpergestalt eine entfernte Aehnlichkeit mit den Gürtelthieren darbieten, im Uebrigen jedoch keineswegs in irgend einer Zeit ihres Lebens eine Spur von Haaren zeigen und außerdem durch ihre Entwicklung und innere Einrichtung sich von den Haarthieren unterscheiden, werden Schildkröten oder Chelonier genannt. Den Kröten ähneln dieselben durch den ganzen Eindruck ihrer häßlichen Gestalt, besonders durch den breiten, platten Bauch, den gewölbten Rücken und die plumpen Gliedmaßen. —

Bei den meisten Schildkröten ist die Lederhaut des Rumpfes nicht allein sehr verdickt, sondern durch Aufnahme von Kalk gänzlich verknorpelt oder noch häufiger gar verknöchert. Hals und Kopf, Schwanz und Beine sind ebenfalls mit dicker Lederhaut bekleidet, welche kaum noch die nöthige Beweglichkeit dieser Theile zuläßt und an unzähligen Stellen zu flachen Polsterchen angeschwellt, aber nicht verknorpelt oder verknöchert ist. Die zähe hornige Oberhaut ist über jedem Polsterchen schwielenartig vervielfacht und da diese Verdickungen nur durch mehr oder weniger schmale, dünnere und biegsamere Fugen getrennt sind und sich an manchen Stellen fast unmittelbar begrenzen, so erscheint die Haut mit ziemlich regelmäßigen Horntäfelchen oder Schildchen belegt (Fig. 482). Auf dem Kopfe haben die letzteren sehr bestimmte Umrisse. Noch weit ausgezeichneter aber sind dieselben auf dem Panzer des Rumpfes, wo ihre Zahl verhältnißmäßig geringer, ihre Größe dafür desto bedeutender ist. Die Mitte des Rückens wird von einigen großen vieleckigen Mittelschilden eingenommen, welchen sich zu beiden Seiten eine Reihe ähnlicher Tafeln anschließt, während eine größere Anzahl kleiner Randstücke den Saum des Rumpfes bildet. Auf der Unterseite (Fig 485) des Thieres treffen mehre Reihen von Tafeln gerade in der Mittellinie zusammen. Der Panzer der Lederhaut verhärtet sich, ähnlich wie die Schädeldecke des Menschen, bei den jungen Schildkröten erst allmählig und verliert nur mit dem Alter die regelmäßigen Nähte, durch welche derselbe in eine gewisse Anzahl besonderer Stücke abgetheilt zu sein pflegt. Beim Wachsthume des Panzers muß die unbewegliche Oberhaut zerreißen, und da dieses auf regelmäßige Weise geschieht, zugleich aber stets neue, der jedesmaligen Größe des Körpers angemessene Lagen von Oberhaut erzeugt werden, so haben die hiedurch entstehenden Hornschilder eine solche Beschaffenheit, daß sie aus einer, mit dem Alter des Thieres in bestimmtem Verhältniß stehenden, Anzahl von fest und innig auf einander geschweißten Hornhautschichten bestehen, deren Größe von der äußersten zur innersten wächst, und deren jede mit ganz entsprechend gestaltetem Rande unter der nächst oberen ein wenig hervorragt. Ist der Zuwachs an den Vorderrändern der Schilder stärker, als an den hintern, so schieben sich die vorde-

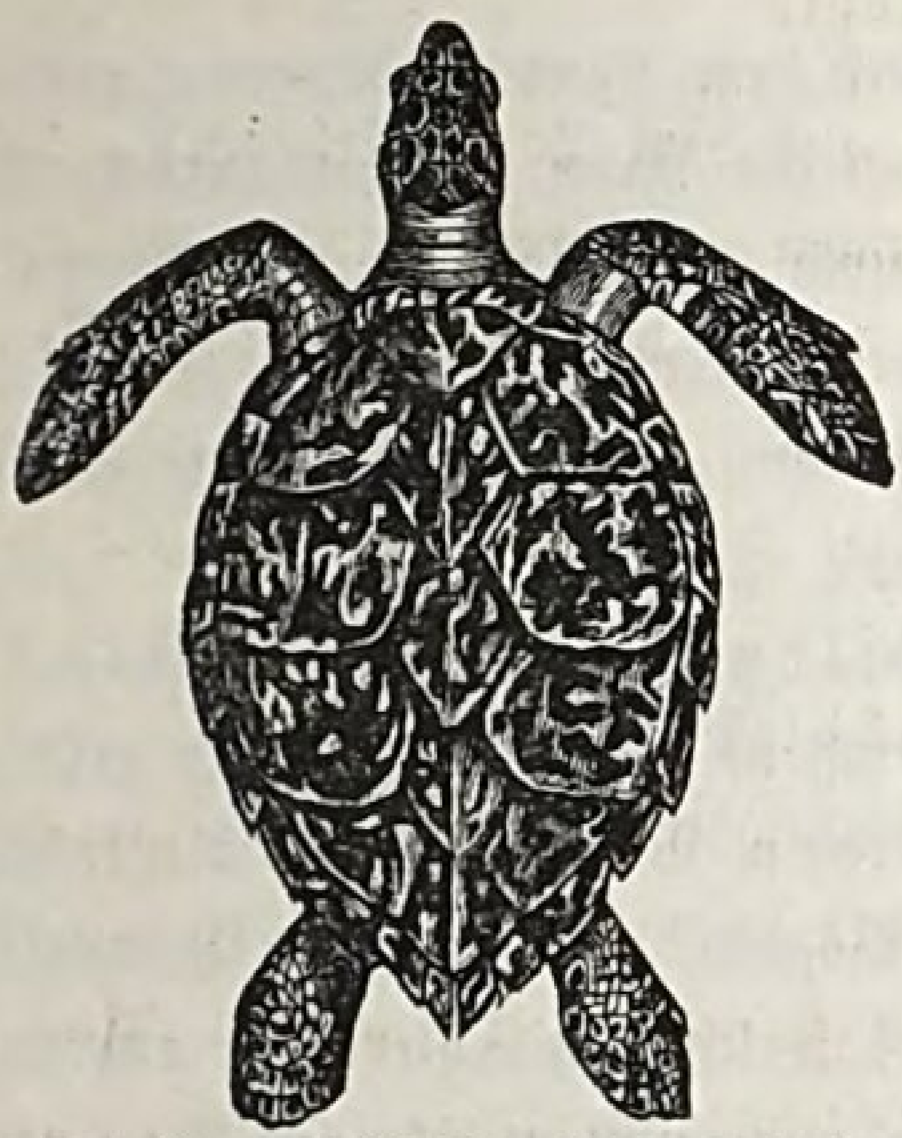


Fig. 485 Die Carettschildkröte (Chelonia imbricata). $^{1}/_{8}$ d. nat. Gr.

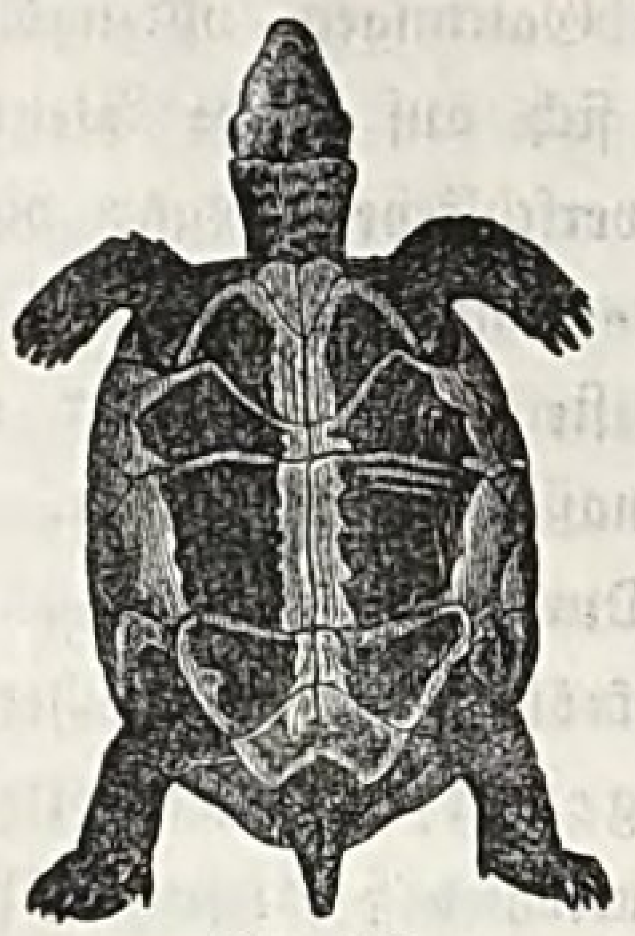


Fig 485 *a*. Die griechische Schildkröte (Testudo graeca), (von der Unterseite). — $^{1}/_{6}$ d. nat. Gr.

ren Tafeln allmählig mit ihrem Hinterrande mehr oder weniger über den Vorderrand der nächst hinteren, wie dies besonders bei der Carettschildkröte (Fig. 485) der Fall ist, deren Tafeln sich fast wie Dachziegel decken. Solchen Schildkröten ist man im Stande, die Schilder, welche unter dem Namen Schildkrot oder Schildpadd * häufig verarbeitet werden, theilweise abzuschneiden und sie wachsen wieder nach, wie die Nägel an unseren Fingern. Die Oberfläche der Tafeln ist mitunter fast schlicht, meistens aber eckig, ganz flach pyramidenförmig oder zugespitzt, bei der Dornschildkröte (Emys spinosa) sogar zu dornenartigen Höckern erhoben. Der unter den Hornschichten der Schilder regelmäßig vertheilte schwarze Farbstoff bewirkt bei manchen Arten sehr seltsame und oft grelle Zeichnungen. Bei einigen Gattungen ist der Panzer, während das Rückenstück und das Bauchstück verknöchert sind, am Rande knorpelig; es gibt aber auch solche, bei denen der ganze Panzer weicher bleibt und nur mit dicker Oberhaut, anstatt der Schilder, überkleidet ist, wie bei den Hautschildkröten (Trionyx ægyptiacus) und den Lederschildkröt (Fig. 486.)

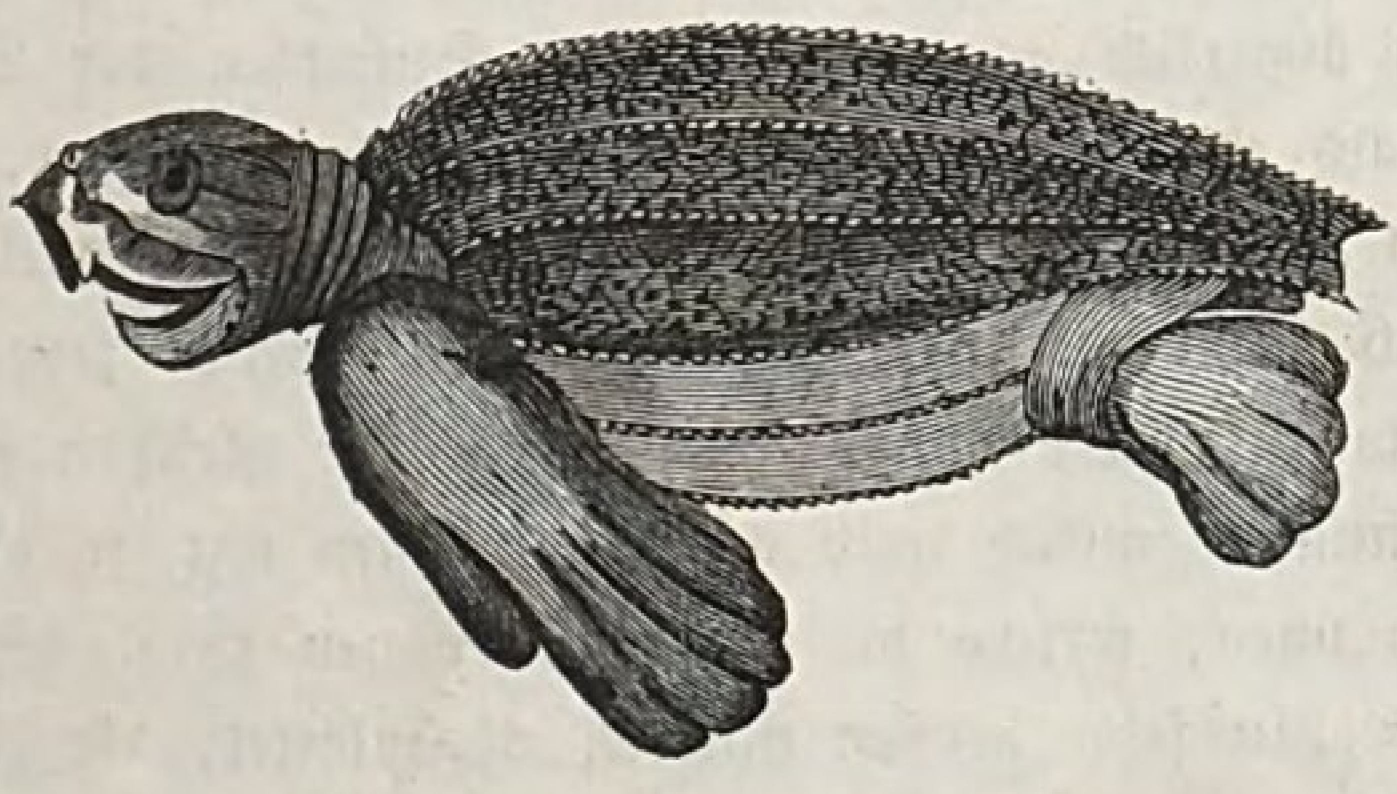


Fig 486. Die Lederschildkröte (Sphargis coriacea). — $^{1}/_{25}$ d. nat. Gr.

Die Chelonier sind im Stande, Kopf und Hals, Schwanz und Beine in den Panzer ihres Rumpfes hereinzuziehen, in ähnlicher Weise, wie man wohl beim Ausziehen eines Handschuhes die Fingerlinge mit in den Handtheil hereinzieht. Den hiezu nöthigen Raum im Rumpfe gewinnen sie durch Auspressung der Luft aus den weiten Zellen der sehr ausgedehnten Lungen.

* Padd, plattdeutsch = Kröte.

Einige Gattungen, vorzugsweise die ganz auf dem Lande lebenden, vermögen nicht allein sich auf solche Weise ganz vollkommen in ihren Panzer zurückzuziehen, sondern verschließen sogar die Oeffnungen durch die klappenartige Beweglichkeit des Hinter- und Vorderstückes des Bauchpanzers. Andre dagegen, zumal diejenigen, welche stets im Gewässer verweilen, haben nur unvollkommen die Fähigkeit, ihre Gliedmaßen zu verbergen.

Durch die außerordentliche Ausbildung des Hautsystems haben die Schildkröten, so überraschend diese Behauptung im ersten Augenblicke erscheinen mag, eine gewisse Uebereinstimmung mit den Vögeln; der Unterschied beruht nur darin, daß diese Ausbildung bei den Vögeln der höchsten Beweglichkeit, bei den Schildkröten der höchsten Unbeweglichkeit, welche im Thierreiche vorkommen kann, angemessen ist. Mit dieser Rücksicht werden wir auch im übrigen Bau zwischen den Schildkröten und Vögeln die wunderbarsten Beziehungen finden, und man möchte fast sagen, es seien beide Klassen von Thieren nach einem Grundplane zu den oben angedeuteten gerade entgegengesetzten Bestimmungen verschieden geschaffen.

Die Kinnladen der Schildkröten sind wie bei den Vögeln, mit einer hornigen scharfkantigen Haut bekleidet, welche mehr oder weniger wirklich einen Schnabel dargestellt. Nur bei den Rachenschildkröten (Chelys), deren Maul mit dem einer Kröte nicht geringe Aehnlichkeit hat, sind die Lippen weich. Dagegen ist der Schnabel der Alligatorschildkröte (Chelydra serpentina) dem eines Raubvogels zu vergleichen. Bei der schwarzen Landschildkröte (Testudo nigra) sind die Kauränder des Schnabels scharf gezähnelt. Das unter der Horndecke befindliche Lederhautgewebe besitzt einige zapfenartige Auswüchse, Zahnkeimen oder noch mehr Federpapillen ähnlich, welche in den Hornschnabel hineinragen und ganz ähnlich auch bei vielen Vögeln, z. B. den Papageien, vorkommen, und welche die innere Verwandtschaft der auf den äußeren Anblick so verschiedenen Hautgebilde, der Federn, Zähne und Schnäbel, andeuten.

Dicke hornige Nägel bedecken die Zehenspitzen der Chelonier. Die Zehenbildung selbst ist äußerst plump. Bei den auf dem Lande lebenden Gattungen sieht man an den äußerlich ganz ungetheilten Stumpfen der Beine nur die kegelförmige Krallen, als einzige Andeutung der Zehen, hervorragen, an den Vorderbeinen fünf, an den hintern nur vier. Andere Gattungen, welche in Flüssen und Binnengewässer sich aufhalten, haben freiere Zehen, welche jedoch durch Schwimmhäute verbunden sind, längere Nägel, meistens in der gleichen Zahl, wie die vorher genannten, mitunter freilich auch an allen Füßen nur je drei solche. Endlich bei denjenige Gattungen, welche die Meere bewohnen (Fig. 485), sind die Füße, zumal die vorderen, zu sehr großen Rudern abgeplattet, die Zehen sind mit einer gemeinsamen Haut umhüllt, und nur eine oder zwei derselben an jedem Fuße sind mit Nägeln versehen. Schon die Größe dieser Ruderflossen würde es unmöglich machen, dieselben in den Panzer herein zu ziehen. Dazu kommt noch, daß, während die Landschildkröten eine sehr hochgewölbte Körperform besitzen, und die Süßwasserschildkröten (Fig. 487) ihnen darin nur wenig nachstehen, die Meerschildkröten die platteste Gestalt zu haben pflegen.

Der Panzer der Schildkröten bildet gleichsam ein äußeres Gerüst, oder Hautskelett, welches den Bewegungsorganen dieser Thiere feste Anhaltungspunkte

darbietet. Allein auch ein inneres Skelett (Fig. 488) ist vorhanden, welches jedoch theilweise unselbstständig erscheint, wo es mit dem Hautskelette sich innig vereinigt. Am Knochengerüste des Kopfes ist der Oberkiefertheil unbeweglich mit der Gehirnkapsel verbunden. Die Kiefer sind nicht so lang vorgestreckt, wie bei den Vögeln, sondern ziemlich kurz und die Nase mit der Scheitelfläche eine gerade Ebene. Nasenbeine fehlen ganz. Der Unterkiefer besteht, wie bei den Vögeln, aus mehren Knochenstücken, aber der Quadratknochen, an welchen derselbe sich durch sein Gelenk anfügt, ist nicht wie bei jenen frei, sondern mit dem Schläfenbeine vereinigt. Das Hinterhaupt ist durch drei, auf einem Gelenkknopfe stehende, Gelenkhöcker mit dem Atlas verbunden, und seitliche Drehung des Kopfes daher unmöglich. Die Halswirbel, nicht so zahlreich, als bei den Vögeln, gestatten doch, wie bei jener Klasse eine Sförmige Krümmung des Halses in so hohem Grade, wie dieselbe erforderlich ist, damit der Kopf in den Raum der Brust zurückgezogen werden könne. Die senkrechten Dornforsätze der Rückenwirbel sind mit dem Knochenpanzer verwachsen, nur die Schwanzwirbel sind wieder frei beweglich. Diese letzteren bilden meistens nur das Gerüst eines kurzen Schwänzchens, welches wenig aus dem Panzer hervorragt; bei der Alligatorschildkröte und Sumpfschildkröte (Fig. 487) aber ist der Schwanz eidechsenartig ebenso lang, als der Rumpf des Thieres.

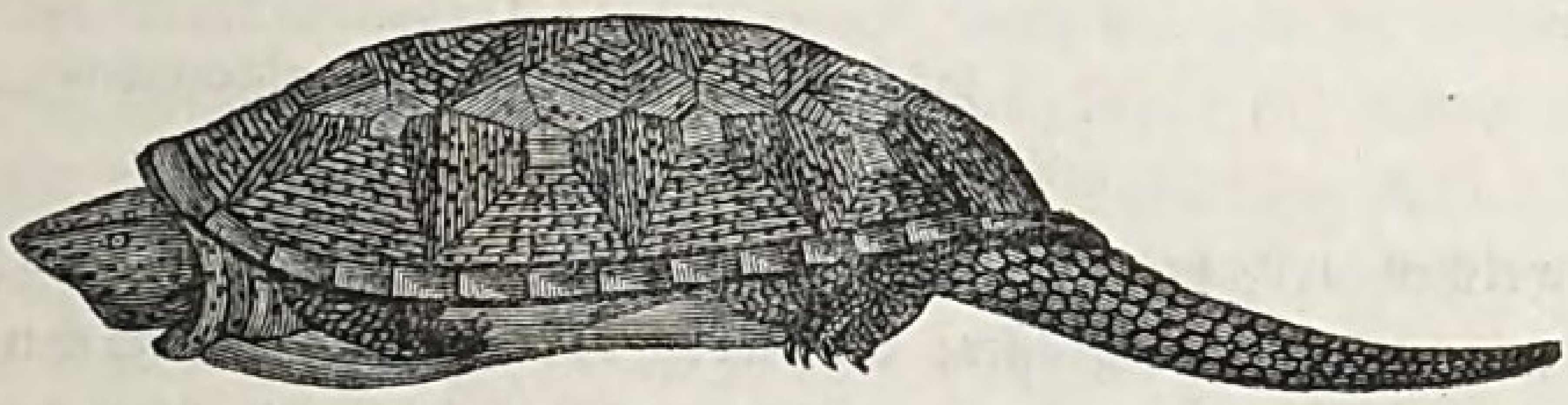


Fig. 487. Die Sumpfschildkröte (**Emys europaea**). — 1/3 d. nat. Gr.

Mit den vorderen Rückenwirbeln sind kurze Rippenstücke unbeweglich verwachsen, welche sich anderseits innig mit dem Knochenpanzer vereinigen, so daß man sie nicht weiter verfolgen kann, was um so erklärlicher ist, als die Muskellage, welche bei beweglicheren Thieren die Rippen von der Haut trennt, hier gänzlich fehlen durfte. Doch pflegen die Knochenstücke, aus denen der Panzer selbst besteht, Rippen zu entsprechen und gleichsam die Stelle derselben zu übernehmen, weßhalb man irrig die Natur des Panzers wohl so gedeutet hat, als sei derselbe aus den verbreiterten und mit einander verwachsenen Rippen gebildet, eine Deutung, welche nicht zuläßig ist, da die Schulterknochen, welche ihrer Natur und Bestimmung nach nicht unter den Rippen liegen können, sich von dem Panzer umschlossen finden, und da ferner letzterer auch diejenigen Theile des Rumpfes umgibt, welche, wie der Anfang des Schwanzes, nicht von Rippen umschlossen sein können. Das Gerüst der Schulterknochen (Fig. 488) ist fast so zusammengesetzt, wie bei den Vögeln, nämlich aus drei stabförmigen Stücken, welche freilich meistens frühzeitig am Schultergelenke zusammenwachsen, deren eines aber, welches beweglich mit der Wirbelsäule und dem Rückenpanzer verbunden ist, sich deutlich als Schulterblatt erkennen läßt, während ein zweites, welches in Ermanglung eines Brustbeines sich auf die Unterschale des Panzers stützt, das Schlüsselbein sein muß. Das dritte Stück ist nach hinten gerichtet und entspricht demjenigen

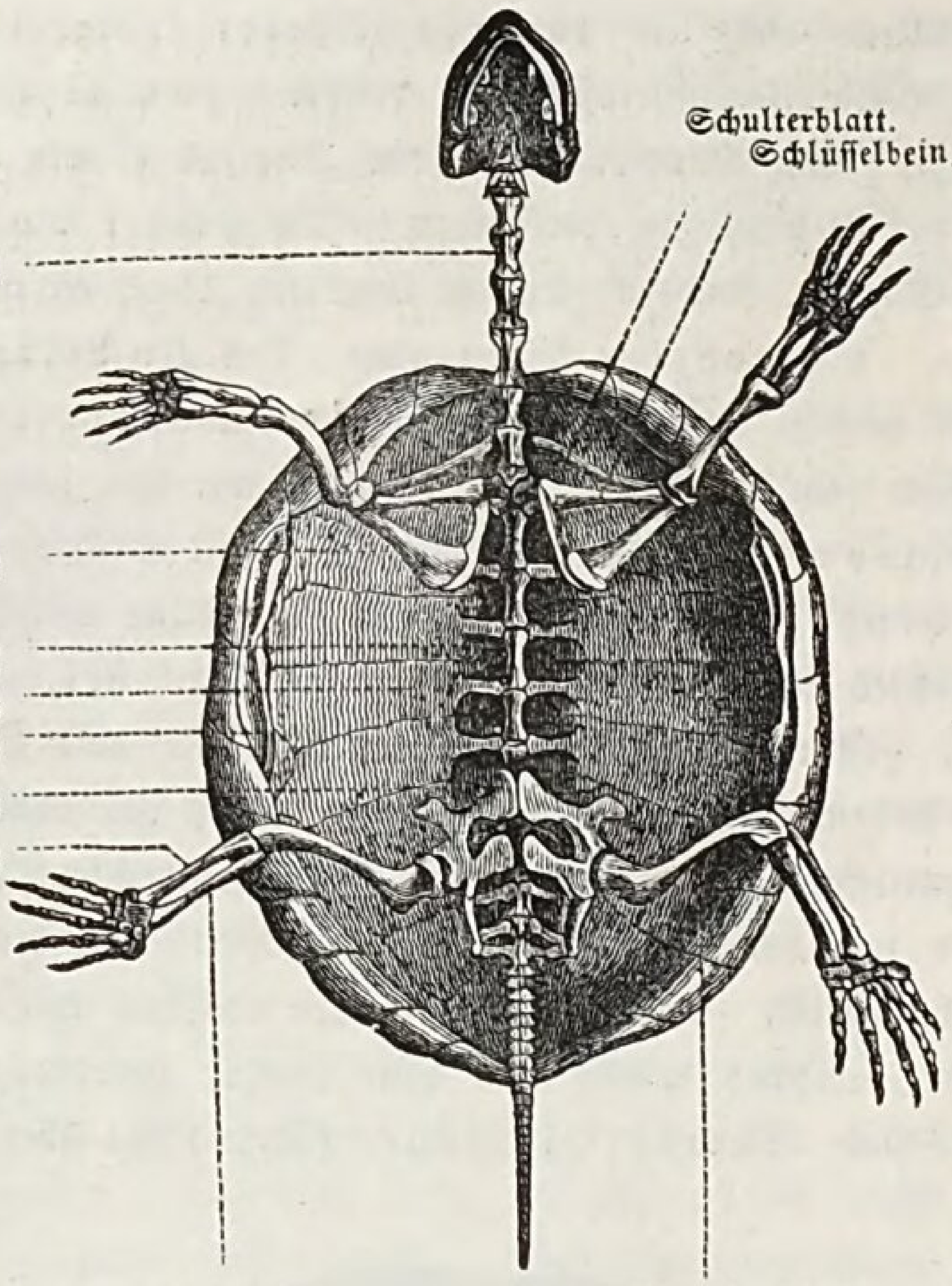


Fig. 488. Das Skelett einer Schildkröte.

Knochen, welchen wir bei den Vögeln das Rabenschnabelbein nannten. Das Beckengerüst zeigt größere Aehnlichkeit mit dem Schultergerüste, als bei den Haarthieren und Vögeln. Man erkennt leicht die schmalen Hüftbeine, welche sich an die Querfortsätze der Wirbelknochen fügen, sowie die Sitzbeine und Schoßbeine, welche sich auf den Bauchschild stützen. Die Vorder= und Hintergliedmaßen entsprechen in Zahl und Verbindung der Knochen den Verhältnissen, welche wir bei den Haarthieren kennen lernten, in hohem Grade. Bei dem weiten Umfange des Hauptpanzers und der Schmalheit der Schultern und vorzüglich des Beckens sind die Oberarme und besonders die Oberschenkel mehr oder weniger von ersterem mit umschlossen. Die Oberarme sind so gedreht, daß ihre Streckfläche nach vorn und oben, ihre Beugefläche nach hinten und unten liegt. Daher sieht der Ellenbogen fast wie ein Knie aus. Diesem Verhältnisse entsprechend liegt auch die Elle an der Außenseite, die Spindel an der Innenseite des Unterarmes. Bei den Wasserschildkröten, zumal denen des Meeres, sind die Handwurzelknochen, welche in zwei fünfzähligen Reihen liegen, eigenthümlich abgeplattet, wodurch eine große Aehnlichkeit mit dem Bau der Hände der Cetaceen entsteht. — Der Gelenkknopf des Oberschenkelknochens steht in einem rechten Winkel an demselben.

Die Muskeln bestehen aus weißlichem Fleische und haben nur geringe Kraft, Umstände, welche in der Einrichtung der Athmung und des Kreislaufes dieser Thiere ihre Erklärung finden und durch welche dieselben ebenso wie die übrigen Schilderthiere sich von den Haarthieren und besonders von den Vögeln unterscheiden. Außer den fehlenden Hautmuskeln vermißt man auch den Zwerchfellmuskel völlig.

Das Zellgewebe ist mit einem flüssigen, oft grünlich gefärbten Fette bisweilen, besonders bei den Meerschildkröten, im Uebermaße erfüllt, so daß der Gewinn solchen „Oeles“ zum Brennen in manchen Gegenden nicht unbeträchtlich ist.

Die Verdauungsorgane sind einfach; ein starker, ungetheilter Magen, ein mäßig langer Darm ohne Blinddärme, bieten nichts Bemerkenswerthes dar. Die Langsamkeit aller Lebensverrichtungen dieser Thiere macht selbst bei einer solchen Einrichtung die Verdauung von Pflanzennahrung möglich, von welcher sich dieselben meistens nähren, gibt ihnen aber nebenbei auch die Fähigkeit, lange Zeit (6 — 8 Monate) ganz ohne Nahrung zu leben. Schnecken, Insekten, Gewürm, Krokodileier, auch junge Krokodile und Fische verschmähen die Chelonier neben der Pflanzennahrung keineswegs. Die das Meer bewohnenden Gattungen fressen hauptsächlich Tang („Seegras“). Für den Menschen geben sie sämmtlich eine treffliche Fleischnahrung, welche in manchen amerikanischen Gegenden fast die ausschließliche derartige Speise der Leute bildet, in Europa aber als seltene Leckerei betrachtet wird. Einige Raubvögel wissen sich der Schildkröten, trotz ihres Panzers, zu bemächtigen, indem sie dieselben in die Luft heben und dann durch einen Sturz zerschmettern.

In Betreff der Aussonderungsorgane möge nur bemerkt werden, daß die Schildkröten eine sehr große Harnblase besitzen und daß sich der Inhalt derselben in die Kloake, den Ausführungsgang des Darmes, entleert, wie bei den Vögeln.

Das Herz (Fig. 489) enthält nur eine Herzkammer, welche sowohl mit der linken, als mit der rechten Vorkammer in Verbindung steht. Diese Unvollkommenheit, welche sich übrigens bei den Haarthieren und Vögeln im Embryonalzustande ebenfalls findet und erst bei völligerer Entwicklung durch Theilung der Herzkammer in zwei Theile beseitigt wird, hat die sehr wichtige Folge, daß das Venenblut, nebst dem frischen Nahrungssafte sich in der einzigen Herzkammer dem aus den Lungen zurückkehrenden arteriellen Blute beimischt (Fig. 489 a). Nur ein Theil jener Säfte wird daher in die Lungen geführt, während ein anderer sogleich mit dem Arterienblute in den Körperkreislauf übergeht. Aus dem Herzen entspringt nicht eine einfache und mächtige Schlagader (Aorta), sondern

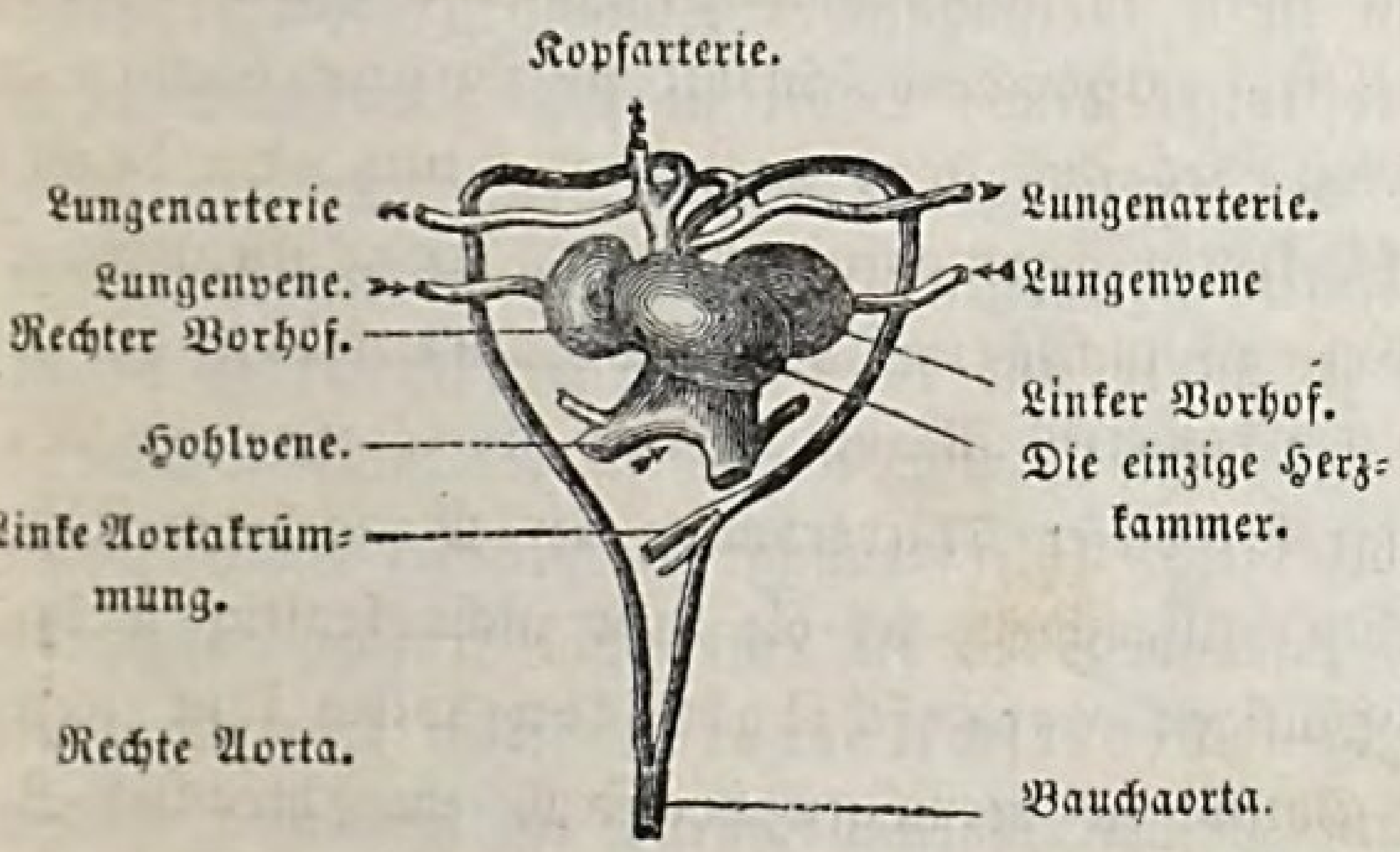


Fig. 489. Das Herz einer Schildkröte mit den Hauptaderstämmen.

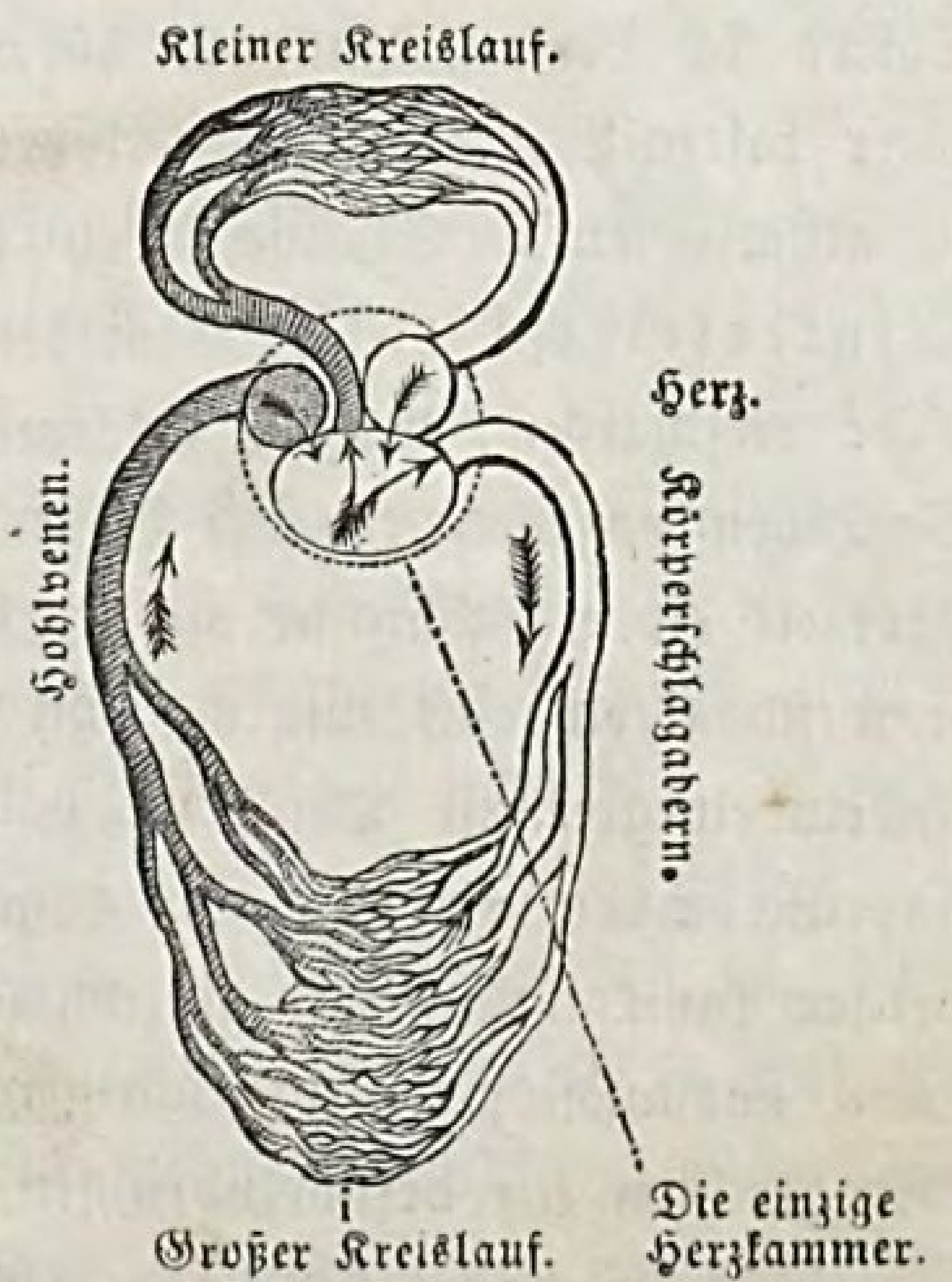


Fig. 489 a. Ideale Darstellung des Kreislaufes einer Schildkröte.

es sind deren zwei vorhanden, welche gegen den Hals hin mehre unter sich in Verbindung stehende Bögen nach beiden Seiten bilden, zum Halse die Kopfschlagaderstämme (Carotiden), nach hinten aber zum Bauche jede eine starke Ader senden, aus deren Vereinigung dann erst die Bauchschlagader entsteht. — Die Lungen sind sehr ausgedehnt und liegen, da das Zwerchfell fehlt, mit den Verdauungsorganen in einer gemeinsamen Bauchhöhle, wenn sie auch von besonderen Falten des sogenannten Bauchfelles umgeben sind. Wird die Athmung schon dadurch unvollständig, daß nicht alles Venenblut und nicht aller frische Nahrungssaft aus dem Herzen in die Lungen geführt wird, so trägt dazu auch noch der Umstand bei, daß die Verzweigungen der Luftröhrenäste in den Lungen sehr weit und wenig zahlreich sind, so daß das Blut wenig mit der Luft in Berührung kommen kann. Da endlich die Beweglichkeit des Brustkorbes gänzlich mangelt, so geschieht das Athmen bei den Schildkröten ganz anders, als bei den Haarthieren und Vögeln. Diese Thiere müssen nämlich die Luft, welche sie bei geschlossenem Maule durch die Nase einziehen und dann vermittelst der an den Gaumen gedrückten Zunge verhindern, auf demselben Wege zurückzuweichen, durch schluckende Bewegungen der Kehle in die Lungen hinabpressen. Da aus dem Herzen wenig Blut in die Lungen eindringt, so können sie ohne Gefahr das Athmen lange Zeit unterlassen, und sind daher fähig, sehr lange unter dem Wasser tauchend zu verweilen. Das Blut, welches durch länglich runde Form der Blutkügelchen an das Blut der Vögel erinnert, unterscheidet sich von dem letztern sehr bedeutend durch den Mischungszustand, in welchem es wegen der Unvollkommenheit des Herzens und der Athmung sich stets befindet. In Folge der geringen Athmung erzeugt sich auch nur sehr wenig Wärme im Körper der Schildkröten, so daß dieselben die Temperatur der sie umgebenden Luft oder des Wassers, worin sie sich befinden, beinahe zu theilen und nur um etwa 1 bis 2 Grade zu übertreffen pflegen. Man sagt daher von diesen Thieren, sowie von allen übrigen, welche in dieser Beziehung mit ihnen übereinstimmen, zunächst den Eidechsen, Schlangen, Fröschen und Fischen, daß sie kaltes Blut haben, weil dieselben uns bei der Berührung stets das Gefühl einer gewissen Kälte erregen. Da bei einer niedrigen Temperatur die Athmung aller Thiere sich verlangsamt, so hören die Schildkröten in denjenigen Ländern, welche einer kalten Winterszeit unterworfen sind, in diesem Theile des Jahres fast gänzlich zu athmen auf. Sie versinken in einen todesähnlichen Zustand (Lethargie), dem Winterschlafe vieler Haarthiere entsprechend, wobei sie sich gewöhnlich in die Erde verscharren, bis die Wärme des Frühlings sie wieder weckt. In den heißen Gegenden dagegen sind die Schildkröten gezwungen, während der glühendsten Sommerszeit einen Schutz in der Erde zu suchen und einen Sommerschlaf zu halten; denn schon eine Wärme von 35° bis 40° Reaum. würde sie tödten. — Mit der Unbeweglichkeit der Brust hangt bei dieser Thierordnung der Mangel der Fähigkeit, eine Stimme von sich zugeben, zusammen, da die Luft nicht kräftig ausgepreßt werden kann. Nur die weichhäutigen Lederschildkröten sollen laut schreiende Töne ausstoßen; die übrigen Gattungen vermögen höchstens ein schwaches Zischen oder Aechzen hervorzubringen.

Das Gehirn (Fig. 490) ist bei Weitem nicht so sehr als Vereinigungspunkt und Hauptsitz aller Lebensthätigkeit zu betrachten, wie

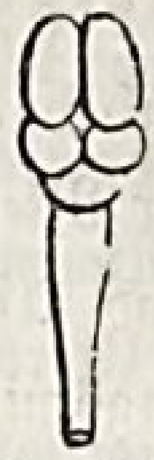


Fig. 490.
Das Gehirn einer Schildkröte.

dieses bei den Haarthieren und Vögeln der Fall ist. Es ist im Ganzen ziemlich klein, das sogenannte große Gehirn glatt und ohne Faltungen und innen, wie bei den Vögeln, hohl, auch sind die Sehhügel groß, wie bei jener Klasse, das kleine Gehirn ist aber sehr klein und ebenfalls glatt. Daß daher von Fähigkeiten höherer Art hier nicht wird die Rede sein können, ist aus den Erfahrungen, welche wir in dieser Beziehung bei den Gehirneinrichtungen der Haarthiere gemacht haben, zu schließen. Das Rückenmark ist sehr beträchtlich im Vergleich zum Gehirne. Ebenso sind auch die einzelnen Nerven sehr dick. Besonders wichtig aber ist der Umstand, daß die letzteren zur Entwicklung ihrer Thätigkeit der Verbindung mit dem Gehirne keineswegs bedürfen. Daraus ist es zu erklären, daß selbst nach der Zerstörung dieses Organes eine Schildkröte noch mehrere Monate lang zu leben im Stande ist, und daß selbst einzelne abgeschnittene Glieder, ja sogar einzelne Muskelstücke sich noch bewegen und zusammenziehen, wenn man einen Reiz auf dieselben ausübt. Mit dieser Anordnung des Nervensystems steht einerseits große Zähigkeit des Lebens in Verbindung, andererseits aber auch die außerordentlich träge Gemüthsart diese Geschöpfe, bei welchen die Blitzesschnelle der Empfindung und Willensäußerung fehlt, welche nur den warmblütigen Thieren mit ihrem ausgebildeten Gehirne eigenthümlich ist.

Von den verschiedenen Sinnesfähigkeiten kann der Tastsinn begreiflicher Weise bei so dickhäutigen Thieren am wenigsten ausgebildet sein. Derselbe fehlt wirklich im Allgemeinen so gut wie ganz, nur ausnahmsweise scheinen einige Gattungen besondere Organe für denselben zu besitzen, wohin man die lippenartigen Wulste zu rechnen hat, welche die Hautschildkröten an den Hornkiefern tragen, sowie die fadenartigen Hautzäpfchen oder sogenannten Bartfäden (Fühlfäden, Tentakeln), welche sich bei der Nasenschildkröte (Emys nasuta) und der Alligatorschildkröte am Unterkiefer finden. Der Geschmackssinn ist völlig stumpf, trotzdem, daß die Zunge ziemlich fleischig ist. Die Geschmackspapillen sind knorpelig und bilden den Uebergang zu eigenthümlichen, tiefer im Schlunde in größerer Menge und Ausbildung sich zeigenden Knorpelspitzen, welche man fast als Zähne betrachten möchte. — Der Geruchssinn kann, wie die wenig entwickelte Nasenhöhlung beweist, ebenfalls nicht ausgezeichnet sein; jedoch stehen die Nasenlöcher ganz vorn an der Schnauze und somit zur Verrichtung des Spürgeschäftes beim Fressen sehr geeignet, ja bei der Nasenschildkröte stehen sie sogar röhrenförmig voraus und bei den Hautschildkröten bilden sie einen kleinen Rüssel. — Die Augen stimmen in ihrer Einrichtung im Allgemeinen mit denen der Vögel überein, jedoch fehlt ihnen der für diese letztern Thiere so wichtige Fächerkamm gänzlich. In ihrer Sklerotika haben sie einen Ring von zehn Knochenplättchen. — Die Gehörswerkzeuge sind sehr unvollkommen. Aeußere Ohren mangeln; das Trommelfell ist außen sichtbar und erscheint nur als eine zartere Ausspannung der äußeren Haut über der Ohröffnung. Innerlich vermißt man die schneckenförmige Vorrichtung fast ganz, von Gehörknöchelchen ist keine Spur vorhanden. Die Trommelhöhle steht mit dem Rachen in einer sehr offenen Verbindung.

Die Fortpflanzung geschieht, wie bei den Vögeln, durch Eier, welche letztere ziemlich hartschalig sind und von manchen Gattungen jährlich in großer Zahl, z. B. von der Riesenschildkröte (Chelonia midas) 20 bis 25 in einer Legezeit, auf Flußinseln und Ufern in Sandlöcher gelegt werden. Diese Eier sind ein sehr wichtiges Nahrungsmittel für die Bewohner mancher Gegenden, sowie auch durch den öligen Dotter, welchen man zum Brennen anwendet, sehr nützlich. Die Jungen schlüpfen erst nach sehr langer Frist aus den Eiern und werden bei keiner Gattung durch Bebrütung gezeitigt. Die kleine europäische Flußschildkröte (Emys Europæa) bedarf zur Entwicklung Jahresfrist; ähnlich ist es bei andern Arten. So langsam, wie diese Entwicklung, ist auch der ganze Lebensgang der Schildkröten; dieselben wachsen äußerst unmerklich, wie es scheint das ganze Leben hindurch, und werden sehr alt. Einige Arten erreichen nur die Größe von wenigen Zollen, während die Riesenschildkröte und die Lederschildkröte in einer Länge von 7 Schuhen und einem Gewichte von 800 Pfund gefunden werden. Die Jungen der meisten Gattungen eilen alsobald nach dem Auskriechen in's Wasser. Viele Schildkröten leben nur vereinzelt, andere aber auch wohl heerdenweise beisammen, wie die Riesenschildkröte, von welcher große Schaaren auf den Tangwiesen am Meeresgrunde weiden. Zur Zeit und zum Zwecke des Eierlegens machen die im Wasser lebenden Gattungen merkwürdige Wanderungen, wobei dieselben sich oft in unzählbarer Menge versammeln und vom Meere oder den Mündungen der Ströme zu ruhigeren Flußgegenden schwimmen. So kommen die Amazonenschildkröten (Emys Amazonica) jährlich in Schaaren von Hunderttausenden zu den Flußinseln des Maranhon in Südamerika und die Arrauschildkröten (E. arrau) bedecken die Ufer des Orinokostromes mit Millionen von Eiern. Auf diesen Wanderungen sind die Weibchen von den Männchen begleitet, welche letztere man an der einwärtsgedrückten Form ihres Bauchschildes erkennt.

Kalte Länder und Meere entbehren der Schildkröten gänzlich. Aber auch in den gemäßigten Gegenden der Erde finden sich nur einige wenige Arten, während wohl 80 verschiedene Arten in der heißen Zone oder in der Nähe derselben angetroffen werden.

Der Stammbaum der Schildkröten reicht weit tiefer in die Vorzeiten der Schöpfung hinab, als derjenigen der Vögel und der ältesten Haarthiere. Schon im Muschelkalke der Triasformation sind schwache Spuren derselben aufgefunden, in den Juraschichten dagegen, sowie in allen späteren Formationen, sind solche zum Theil sehr wohlerhalten. Die Meerschildkröten sind die älteste Familie, welchen jedoch die Süßwasserschildkröten bald folgten. Landschildkröten zeigen sich erst in Ablagerungen der Tertiärperioden. Die in den Schildkröten vereinigten Grundzüge der Organisation, finden wir in den später geschaffenen Haarthieren und Vögeln getrennt, theilweise ausgebildeter und zu vollkommenerem Dasein geeignet, wieder.

Zweite Ordnung.

Die Eidechsen. Sauria.

Uebersicht:

1. Familie: Gepanzerte Eidechsen (Krokodile). Loricata (Crocodilia).
2. Familie: Gemeine Eidechsen. Lacertia.
3. Familie: Schleichen. Anguina.

Wie die Schildkröten in ihrer Form einigermaßen den Gürtelthieren ähneln, so stellen die Eidechsen oder Saurier im Allgemeinen die Form des Schuppenthiers oder Pangolins dar. Ihr auf vier kurzen Füßen ruhender Körper verlängert sich in einen allmählig zugespitzten Schwanz, welcher ohne deutlichen Absatz als die unmittelbare Fortsetzung des Rumpfes erscheint. Ist auch die allgemeine Grundgestalt der eidechsenartigen Thiere, von welchen manche Arten nur einige Zoll, andere aber 20 bis 30 Schuh erreichen, bei den einzelnen Familien und Gattungen mit den mannigfaltigsten und seltsamsten, oft äußerst häßlichen Verzierungen ausgeschmückt, so ist dieselbe doch bei allen leicht wieder zu erkennen, und wer nur unsere gewöhnlichen Eidechsen (Fig. 483) einmal aufmerksamer betrachtet hat, wird leicht in dem ungeheuren Krokodile Fig. 492), sowie in den seltsamen Monitoren, Leguanen (Fig. 493), Chamäleonten (Fig. 495), Drachen (Fig. 494), Geckonen (Fig. 502) und Skinken (Fig. 497) Thiere der gleichen Ordnung erkennen. Am meisten weichen von dieser Grundform einerseits diejenigen Gattungen ab, deren Körper schmal und hoch gebildet ist, wie beim Chamäleon, oder dick und froschartig breit, wie bei der Kröteneidechse, andererseits aber diejenigen, deren Leib walzrund, sehr lang gestreckt und schlangenähnlich ist, eine Aehnlichkeit, welche durch theilweisen oder gänzlichen Mangel der Beine noch vervollkommnet wird, wie bei der bekannten Blindschleiche (Fig. 491). Bei den Krokodilen ist der Schwanz seitlich zusammengedrückt, bei den Monitoren, wie bei den Tejueidechsen und gemeinen Eidechsen, dagegen rund und allmählig zugespitzt; beim Chamäleon ist derselbe zu einem langen, biegsamen Greifwerkzeuge ausgedehnt.

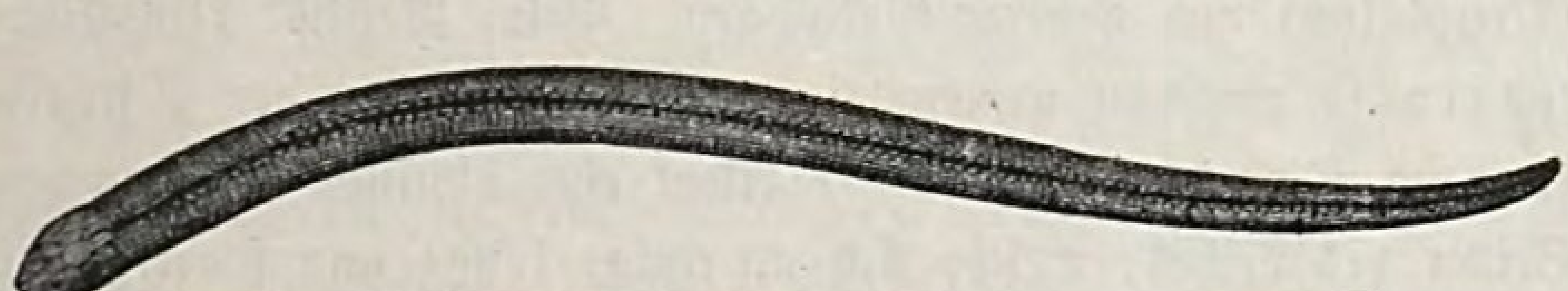


Fig. 491. Die Blindschleiche (Anguis fragilis). — 1/8 d. nat. Gr.

Die Mannigfaltigkeit der Hautgebilde ist bei dieser Ordnung außerordentlich. Alle Saurier sind mit mehr oder weniger regelmäßigen, bald eckigen, bald rundlichen Schildern dicht bedeckt, aber während diese bei den Krokodilen (Fig. 492) aus dicken im Lederhautgewebe gebildeten Knochenplatten mit schmelzartig festem Oberhautüberzuge bestehen und sehr an die Panzerschilder der



Fig. 492. Das Nilkrokodil (Crocodilus vulgaris). — 1/70 d. nat. Gr.

Chelonier erinnern, sind bei den meisten andern Gattungen nur knorpelartige Polster der Lederhaut mit verdickten hornigen Oberhautlagen bekleidet. Bald sind diese Schilder perlenartig feine Körner, bald dagegen ausgedehnte Platten. Bei den Ringeleidechsen ist die Haut weich, und nur durch ringelförmige Querfurchen sind die Schilder in derselben angedeutet. Auf der Fläche des Kopfes pflegen stets größere Schilder zu stehen. Bald sind die Horntafeln ringsum angewachsen, bald schiebt sich der Hinterrand über die nächsten Tafeln schindelartig hinüber. Nicht selten sind mehre neben einander liegende Plättchen zu breiten Schienen verbunden. Die Oberfläche derselben zeigt sich bald völlig glatt, bald runzlich, selbst rissig, bald flach und schlicht, bald erhaben und mit einem Mittelkiele versehen, oder mit spitzen Zacken hervorragend, wie diejenigen, welche auf dem Schwanze des Krokodiles eine Art von Säge darstellen, ja selbst zu Stacheln gespitzt, wie diejenigen, welche den hohen Rückenkamm der Leguane (Fig. 493) bilden. Viele Eidechsen häuten sich von Zeit zu Zeit — ein Vorgang, welcher ganz dem Haarwechsel der Haarthiere und der Mauserung der Vögel entspricht, und bei welchem die alte Oberhaut in mehr oder weniger großen Fetzen sich ablöst, nachdem eine neue unter derselben entstanden ist. Die fortwährende lagenweise Verdickung der Oberhaut, von welcher die Schildkröten ein so ausgezeichnetes Beispiel geben, unterscheidet sich von jenem Vorgange nur durch die Stetigkeit und die daraus hervorgehende Verbindung der alten Hautschichten mit den neugebildeten. Die Haut stellt oft seltsame Falten und lappenförmige Anhängsel dar, z. B. die tiefen Kehlsäcke der Leguane und Drachen, die häßliche Kapuze der Neuholländischen Krageneidechse (Chlamydosaurus), den breiten Saum an den Seiten des Faltengecko (Ptychozoon) und die blattartigen Ausbreitungen am Schwanze des Laubschwanzes (Uroplatus) und anderer Gattungen. Beim Basilisk (Basiliscus) ist eine hohe Rückenflosse zwischen grätenartigen Verlängerungen der Wirbeldornen ausgespannt und beim Drachen (Fig. 494) bildet eine ähnliche Ausspannung der Haut an beiden Seiten des Leibes, welche sich an einige lange und sparrig seitwärts herausragende falsche Rippen heftet, eine Art von Flügeln, welche sich von den Vorderbeinen bis zu den Hinterbeinen erstrecken und dem genannten Thiere wirklich

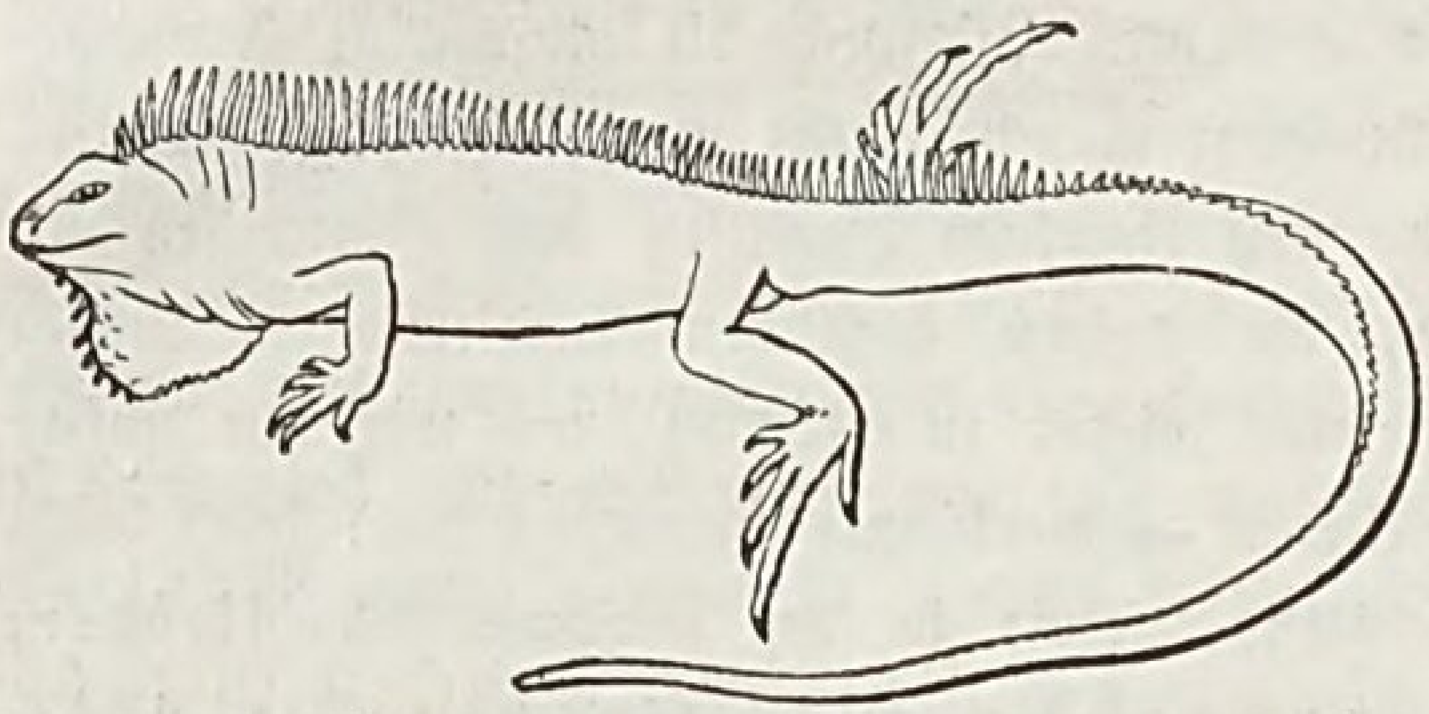


Fig. 493 Der Leguan (Iguana tuberculata). — $1/12$ d. nat. Gr.

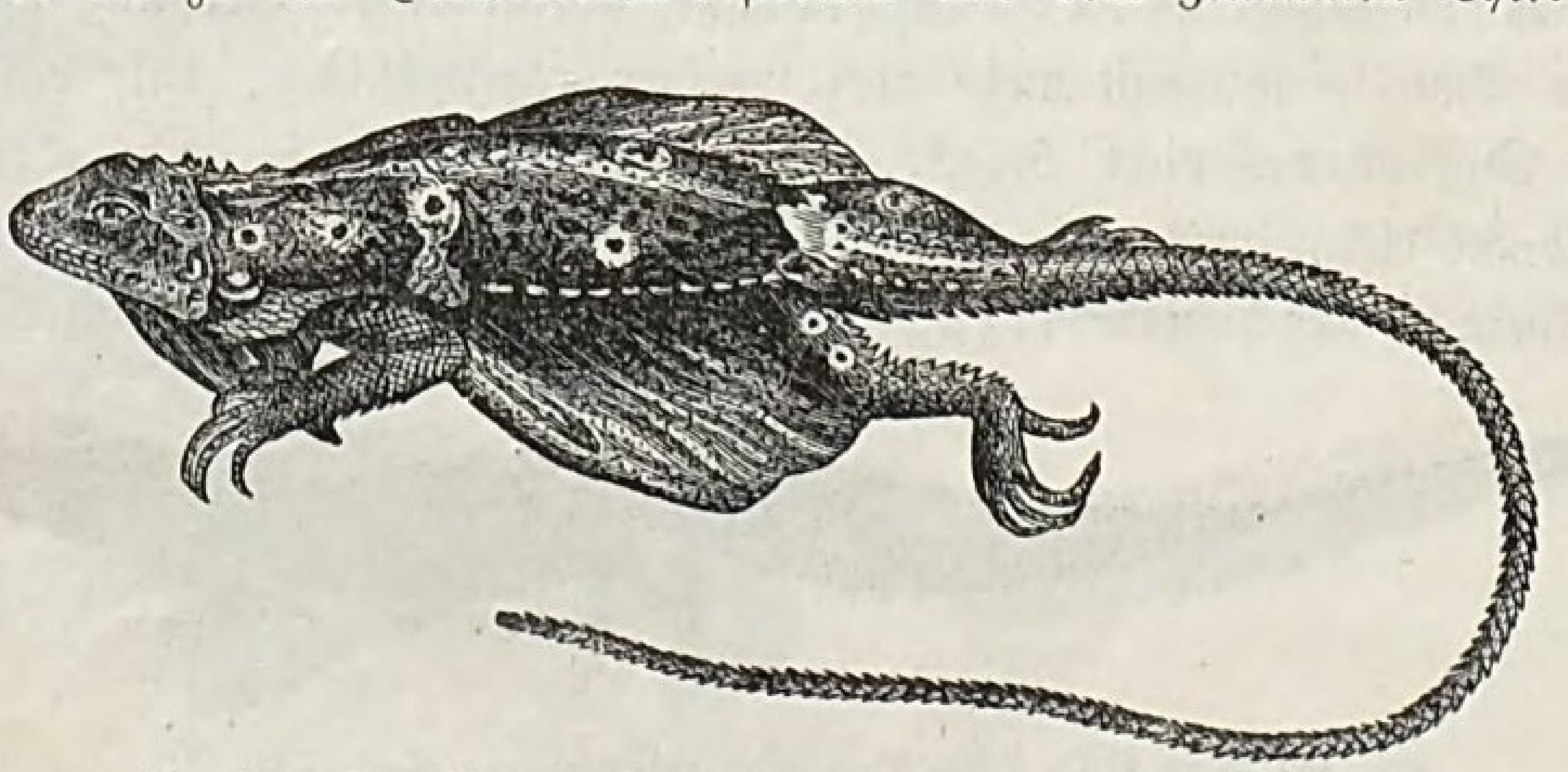
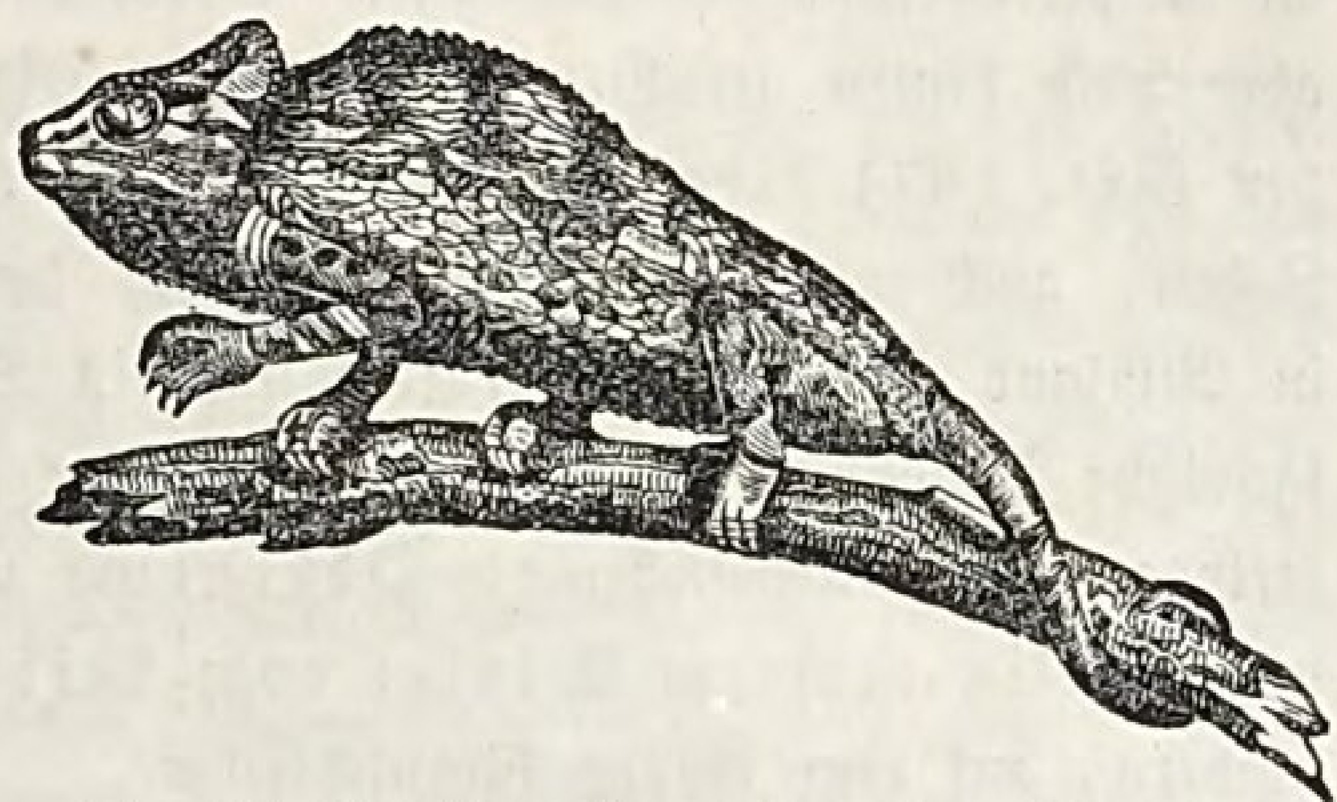
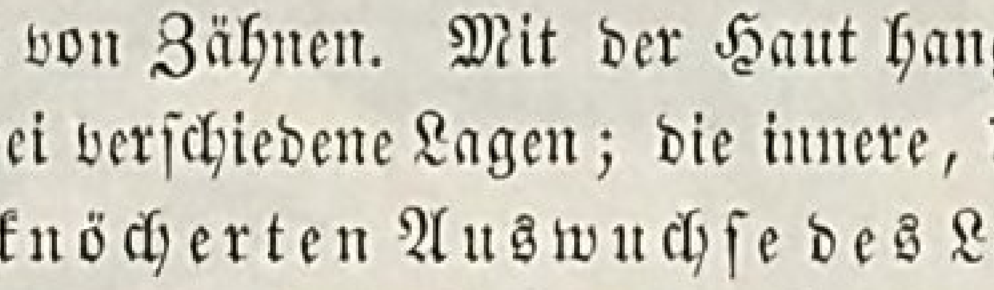


Fig. 494. Der fliegende Drache (Draco volans). — $1/2$ d. nat. Gr.

zum Flattern dienen. — Sehr merkwürdige Hautbildungen sind die faltigen Fächer, welche sich an den Sohlen der Zehenspitzen bei manchen Geckonen finden und welche diesen Thieren das Klettern an Bäumen und Mauern sehr erleichtern. — Die Färbung der Haut ist in der Ordnung der Eidechsen sehr verschiedenartig und oft außerordentlich schön und lebhaft, bisweilen bei den Männchen anders, und zwar schöner, als beim Weibchen. Einige dieser Geschöpfe, besonders das Chamäleon (Fig. 495), haben die auffallende Eigenschaft, daß ihnen in der Leidenschaft das Blut stark in die Haut dringt, wodurch die Farbe derselben sich mehr oder weniger ändert, zumal wenn auch die tiefer im Hautgewebe liegenden Farbstoffe mit in die äußern Schichten eindringen. So wird das genannte, im gewöhnlichen Zustande hellgraue Thier in der Furcht, im Zorne u. s. w. gelblich, röthlich, grünlich, schwärzlich und selbst ganz braun. Eine große Ausdehnung der Lungen, welche sich bei den mit dieser Erscheinung begabten Gattungen findet, scheint mit derselben in bestimmten Beziehungen zu stehen.


Fig. 495. Das Chamäleon (Chamaeleo africanus). 1/4 d. nat. Gr.

Die Zähne der Saurier verrathen in höherem Grade, als sich solches bei den Haarthieren erkennen läßt, daß diese wichtigen Werkzeuge Hautgebilde sind. Bei den Krokodilen haben dieselben zwar eine zapfenartige Wurzel, mit welcher sie in den Kiefer eindringen, allein bei allen übrigen Eidechsen sind dieselben entweder nur schwach in rinnenartige Vertiefungen der Kieferknochen eingesenkt, oder sie sind auch nur auf der äußern Seite von einer vorragenden Leiste des Kiefers an ihrem Grunde umgeben, oder aber, und dieses ist besonders häufig, sie sitzen nur auf der Kante des Kieferknochens, welcher letztere bei einigen Gattungen sogar unter jedem Zahne eine sockelartige Hervorragung besitzt (Fig. 504). Bei den Leguanen, gemeinen Eidechsen und anderen zeigen sich auch an der Haut des Gaumens einige Reihen von Zähnen. Mit der Haut hangen sie stets innig zusammen und haben, wie diese, zwei verschiedene Lagen; die innere, bedeutendste, das Zahnbein, entspricht einem verknöcherten Auswuchse des Lederhautgewebes, die äußere, zartere, der glasartig harte Schmelz ist eine Verknöcherung der Oberhaut. Diese Natur der Zähne wird uns erst völlig einleuchten, wenn wir bei vielen Thieren aus der Klasse der Fische so zu sagen die ganze Haut mit Zähnen besetzt finden. Der Form nach sind die Zähne der Saurier fast stets ganz einfach kegel = pfriemenförmig, so daß sie nur zum Festhalten der Beute, nicht aber zum Kauen, dienen können, selten breit und gekerbt. Die Gestalt derselben ist in allen Theilen des Rachens die gleiche und ihre Anzahl oft außerordentlich groß (Fig. 496). Die Zähne mancher kleineren Arten sind kurzen Borsten ähnlich. Der Zahnwechsel geschieht entweder auf die Weise, daß junge Zähne sich unter


Fig. 496. Der Kopf eines Gavial (Rhamphostoma gangeticum). — 1/35 d. nat. Gr.

den alten entwickeln und die letztern, welche von unten heraus durch den Wechsel der Säfte allmählig ausgezehrt werden, verdrängen, bei anderen Gattungen aber durch Eintreten neuer Zähne zwischen den alten und allmähliges Ausfallen der letzteren.

Bei Weitem die meisten Thiere dieser Ordnung haben vier Füße und an jedem Fuße fünf freie, krallentragende Zehen. Bei den Krokodilen sind nur drei Zehen mit Krallen versehen. Die Füße des Chamäleons erinnern an die Kletterfüße der Papageien, indem von den fünf Zehen drei nach vorn, zwei aber nach hinten gerichtet sind. Einige Eidechsenarten mit schlangenähnlichem Körper (Fig. 497) haben an den Vorder- oder Hinterbeinen nur vier, drei oder zwei Zehen, auch wohl gar keine. So hat der Scheltopusik (Pseudopus Pallasii) in Rußland statt der Hinterbeine nur ein Paar stumpfer Knöpfe, der Neuholländische Pygopus, welcher vorn gar keine Beine hat, trägt hinten nur ein Stummelpaar. Bei allen stehen die Oberarme und Oberschenkel der Beine breit und fast in rechtem Winkel vom Leibe ab, so daß dieselben den Bauch nicht hindern, auf dem Boden hinzuschleifen.

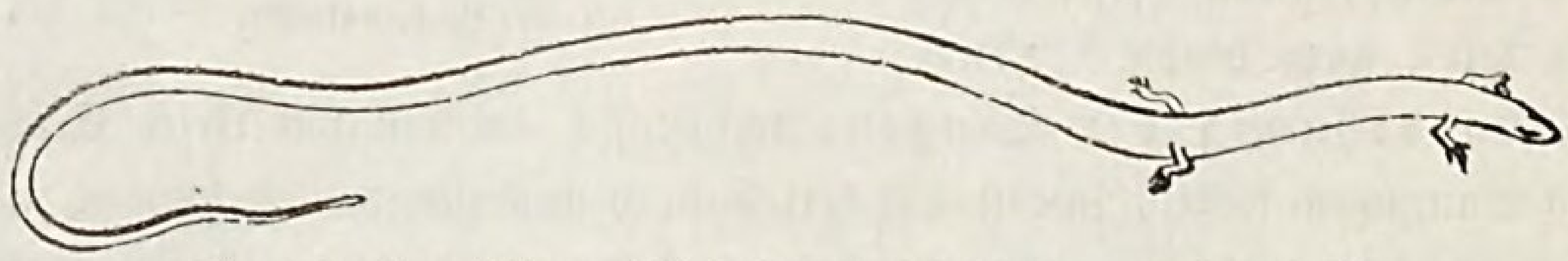


Fig. 497. Der Cicigua-Skink (Zyngis chalcidica). — ½ d. nat. Gr.

Das Skelett zeigt zahllose Mannigfaltigkeiten der Bildung. Das Knochengerüst des Kopfes stimmt im Allgemeinen mit dem der Schildkröten überein; doch sind die einzelnen Knochenstücke bald mehr, bald weniger mit einander verwachsen und nicht selten theilweise unvollständig verknöchert. Nasenbeine sind meistens vorhanden. Bei den Krokodilen (Fig. 497 a) sind die Kinnladen sehr verlängert; auch ist bei ihnen allein der Oberkiefer fest und unbeweglich mit dem

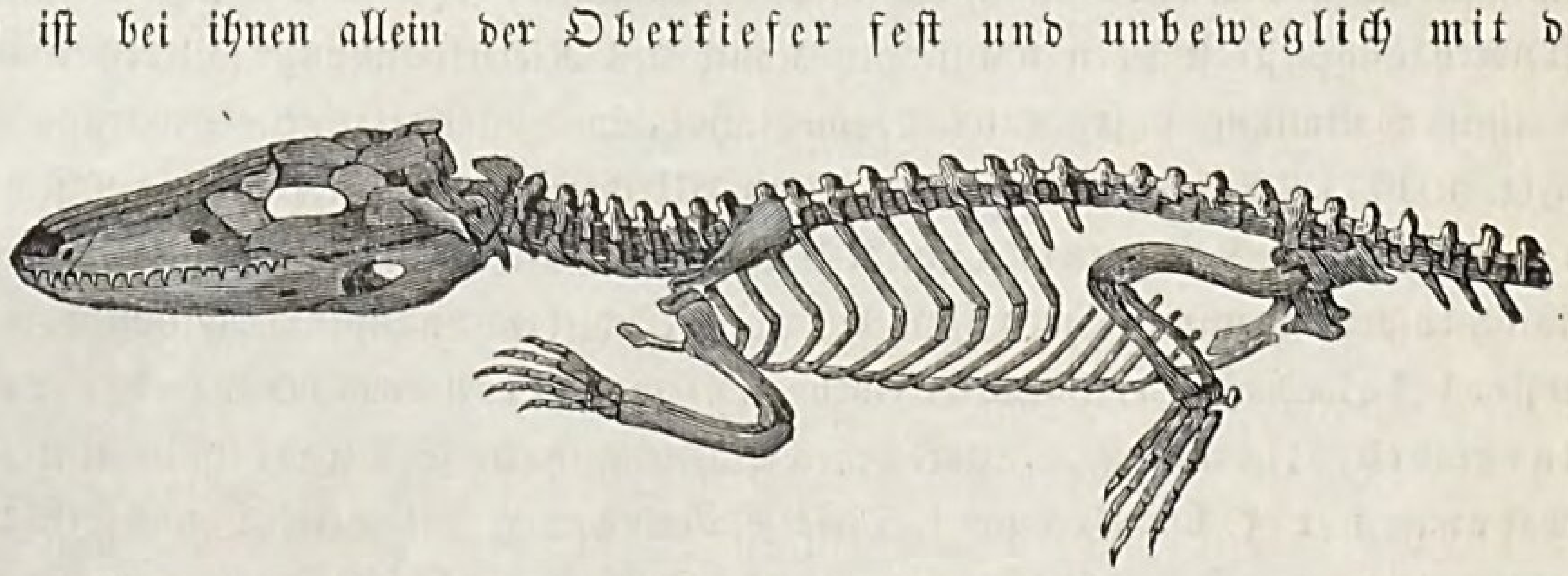


Fig. 497 a. Das Skelett des Nilkrokodiles (ohne den Schwanz).

Schädel verbunden und der Quadratknochen mit dem Schläfenbeine verwachsen, wie bei den Schildkröten, während derselbe bei den übrigen Eidechsen, wie bei den Vögeln, beweglich ist. Beim Chamäleon (Fig. 498) tragen die Knochen des Hinterhauptes einen mittleren aufrechten hornförmigen Auswuchs, sowie zwei kleinere seitliche nach hinten gerichtete. Das Hinterhaupt hat bei den Krokodilen nur einen runden Gelenkkopf, wie bei den Vögeln; bei den Chamäleons einen doppelten; bei den übrigen Eidechsen einen dreifachen, wie bei den Schildkröten. Die Wirbelknochen sind beweglich, durch eine

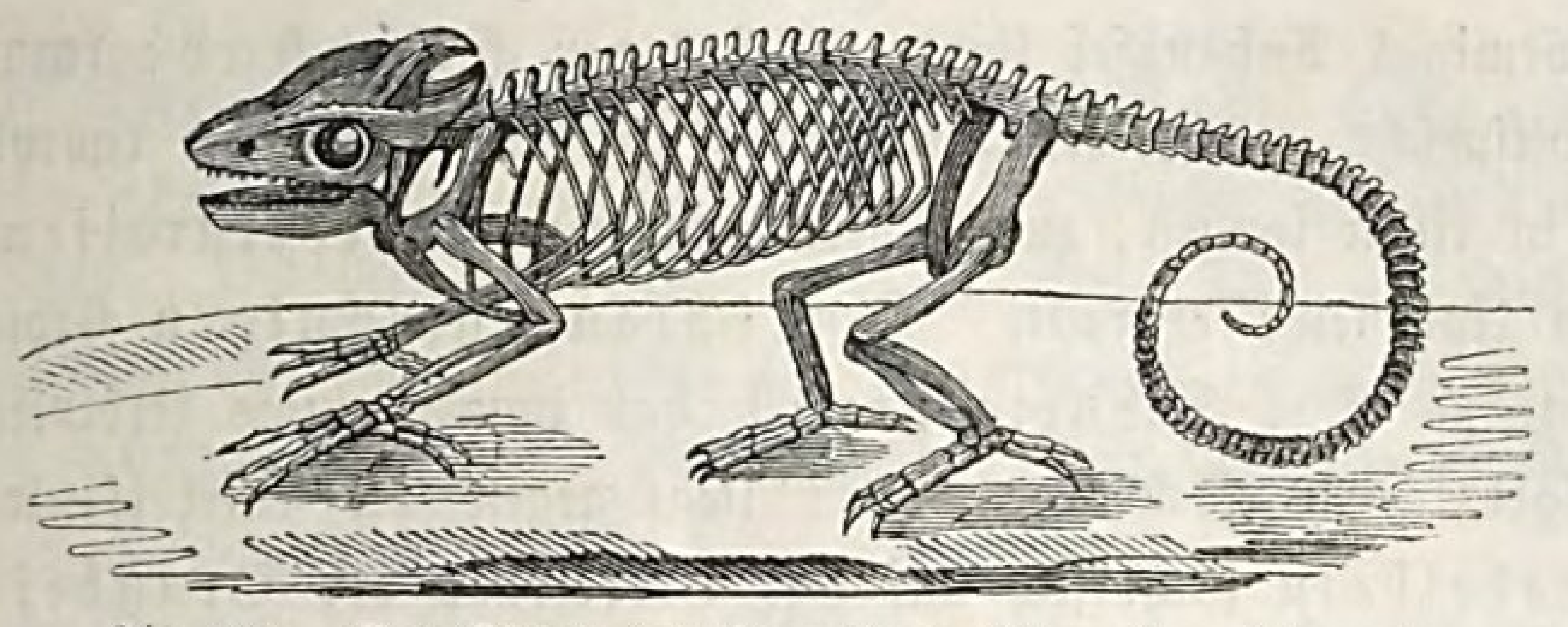


Fig. 498. Das Skelett des Chamäleon (Chamaeleo africanus).

Art flacher Gelenke mit einander verbunden, indem jeder Wirbel auf der Vorderfläche vertieft, auf der Hinterfläche aber gewölbt ist. Dieselben sind stets in einer sehr langen Reihe (Halswirbel meistens 3 bis 8, Schwanzwirbel sehr zahlreich) vorhanden, übrigens sehr verschieden gebildet. Bei den Krokodilen stimmt das Zahlenverhältniß der verschiedenen Wirbelabtheilungen mit dem des Menschen überein, jedoch mit Ausnahme der Schwanzwirbel. Die Wirbeldornen sind bald ganz kurz, bald äußerst lang, wie beim Basilisk, wo durch sie die Rückenflosse gestützt wird. Die Rippen sind in größerer Zahl vorhanden, als bei den Haarthieren und Vögeln und finden sich theilweise, besonders bei den Krokodilen auch an den Halswirbeln, sowie am Unterleibe. Dieselben sind sehr beweglich und schließen sich entweder auf der Unterseite vermittelst Knorpelstücken an ein Brustbein, oder die Knorpel verlaufen, wo letzteres zu gering ist, über die ganze Brust und verbinden als besodere Bogen die Rippen paarweise unter einander (Chamäleon), oder die Rippen laufen in freie Enden aus (schlangenartige Eidechsen). Beim Drachen (Fig. 499) tragen nur einige Rippen zur Umschließung der Brusthöhle bei, und zwar die vordersten, während die nächsten zehn Paare sehr verlängert und seitlich gerade ausgestreckt die obenerwähnte Flughaut tragen. Auch die Halsrippen der Krokodile sind seitlich gerade ausgestreckt, dabei aber ganz kurz und in einen nach vorn und hinten gerichteten Fortsatz in Form eines ⊢⊣ geendigt, wodurch sie einander berühren und dem Halse alle Beweglichkeit rauben. Die Brustrippen tragen bei diesen merkwürdigen Thieren, welche in vieler Hinsicht sich von den übrigen Sauriern unterscheiden, nach hinten gerichtete Seitenäste, ganz wie bei den Vögeln. Sie fügen sich durch Knorpelstücke an das lange gegliederte Brustbein. Den falschen Rippen und den Rippenstummeln, welche sich auch an den Lendenwirbeln befinden, liegen am Bauche besondere Unterleibsrippen gegenüber, welche sich in der Mittellinie zusammenschließen und ein, durch knorpelfaserige Bänder sowohl mit dem Brustbeine, als mit dem Schoßbogen, verbundenes Gerüst darstellen, welches den Bauchmuskeln eine ähnliche Stütze gewährt, als der Brustkorb den Brustmuskeln. — Im Allgemeinen ist das Brustbein der Saurier gewöhnlich ein kurzes, rautenförmiges Knochenstück, vor welchem auch wohl noch ein kleines

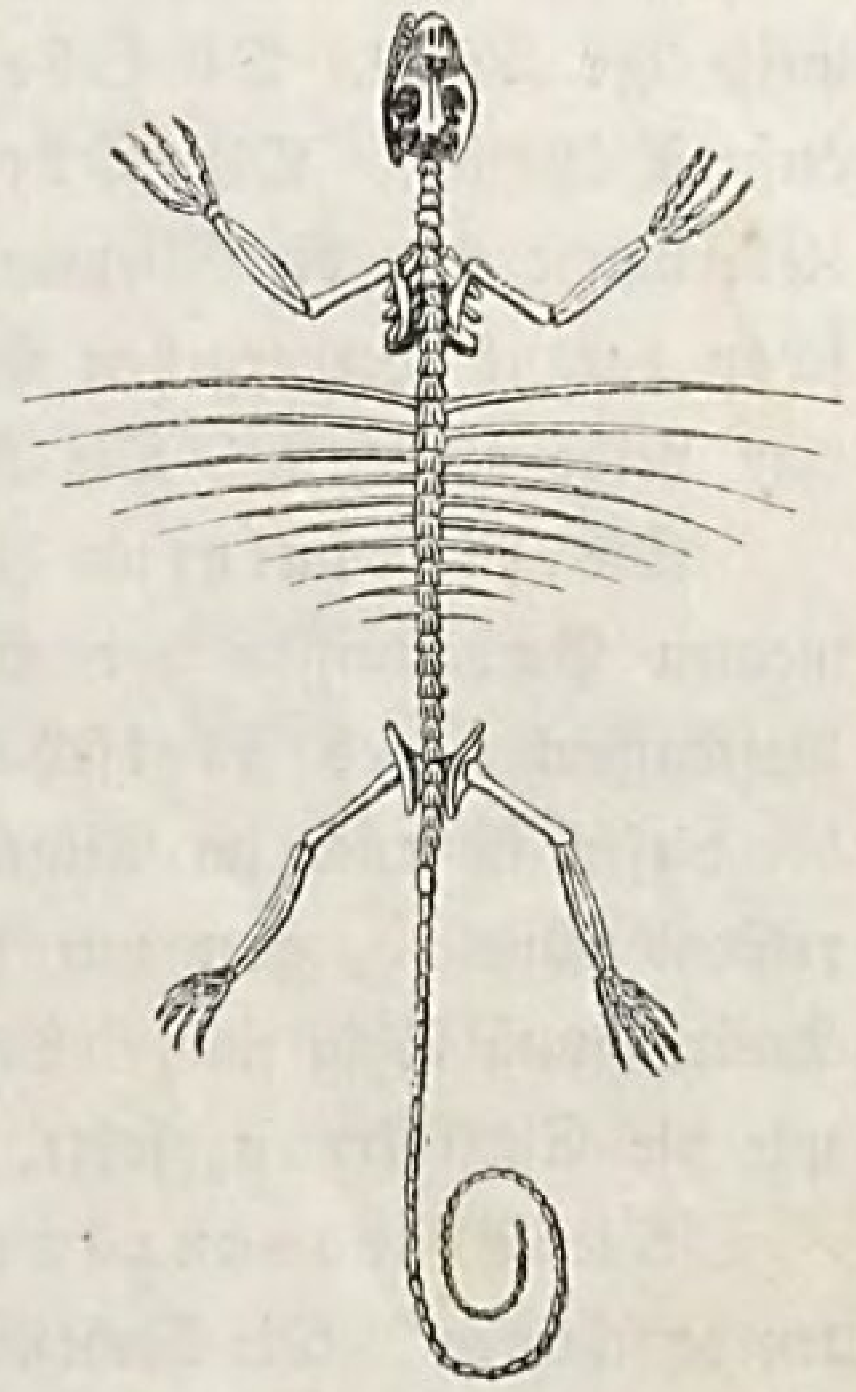


Fig. 499. Das Skelett des fliegenden Drachen (Draco volans).

┼ oder T förmiges Anhängsel liegt, welches der Handhabe (manubrium) der Haarthiere entspricht. Bei den Krokodilen ist das Brustbein knorplig und läuft nach hinten in einen langen, zum Theil doppelten Knorpelstreifen aus, welcher sich bis zum Unterleibe erstreckt. Den schlangenförmigen Eidechsen fehlt es meistens ganz. — Das Schultergerüst hat immer einige Uebereinstimmung mit dem der Vögel. Ein Schulterblatt liegt gegen die Wirbelsäule gerichtet, ein Rabenschnabelbein stützt sich auf den Vorderrand der Brustbeinplatte, ein Schlüsselbein fügt sich an die Seitenäste der Handhabe, fehlt aber bei den Krokodilen gänzlich. Bei den schlangenähnlichsten Gattungen sind oft nur geringe Spuren von Schulterknochen vorhanden. Aehnlich ist das Verhältniß der Beckenknochen. Von diesen sind die Hüftbeine hier sehr schmal, und die Schoß- und Sitzbeine vereinigen sich nicht in einem gemeinsamen Schoßbogen, sondern sie bilden, jedes Paar für sich zusammengefügt, zwei weit von einander getrennte Bogen, was übrigens auch bei den Meerschildkröten der Fall ist. Bei den Krokodilen sind die Hüftbeine überaus gering und die Schoßbeine tragen nicht zur Bildung der Gelenkpfanne für den Oberschenkel bei, sondern sind nur schwach mit den Sitzbeinen verbunden, andererseits aber an das Knorpelband des Bauchrippenkorbes gefügt. — Die Knochen der Gliedmaßen haben bei den Sauriern große Aehnlichkeit mit den entsprechenden Knochen der Haarthiere und theilweise der Vögel. Der Oberarmknochen ist bei vielen Gattungen dem der Vögel äußerst ähnlich. Der Oberschenkel hat einen wenig ausgebildeten Gelenkkopf. Ueberhaupt sind die Gliedmaßen nur wenig zu starken Stützwerkzeugen geeignet, was schon daraus hervorgehen muß, daß die Ellenbogen und Kniee meist immer weit vom Leibe abstehen. Die Zehen sind sehr verschieden in der Zahl ihrer Glieder.

Die Muskulatur hat wenige ausgezeichnete Abweichungen von den allgemeinen Verhältnissen der Hausthiere und insbesondere auch des Menschen. Die Beschaffenheit des Fleisches ist wie bei den Schildkröten. Eben so gering als bei diesen ist auch im Allgemeinen die Kraft der Muskeln, welche mehr plötzlicher reißend schneller, aber nur kurzdauernder Bewegung, als anhaltender, gleichmäßiger Anstrengung fähig sind. Von dem Zwerchfellmuskel, welcher allen Eidechsen, wie die Schildkröten, fehlt, findet sich bei den Krokodilen eine geringe Spur.

Die Verdauungswerkzeuge sind nicht erheblich von denen der Schildkröten verschieden. Die Nahrung besteht jedoch meistens nur in anderen Thieren, welche die Saurier, je nach ihrer Größe, zu erhaschen wissen. Während die Krokodile, zumal die gefräßigen Alligatoren (Alligator sclerops) Südamerika's, nicht selten Menschen verschlingen und nicht minder andere große Thiere verzehren, welche sie allemal erst in das Wasser ziehen und ersäufen, müssen die schwächeren Arten sich mit Mäusen, Insekten und Würmern begnügen. Die kleinen Eidechsen, welche unsere Länder bewohnen, nützen durch die Vertilgung zahlloser Mücken, Fliegen und anderen Ungeziefers. Die Leguane verrathen schon durch die Form ihrer breiten gezähnt schneidigen Zähne, daß sie auf Pflanzennahrung angewiesen sind. Ausnahmsweise dienen auch hie und da Eidechsen zur Nahrung für den Menschen, viele dagegen für räuberische Haarthiere und Vögel.

Die Organe der Athmung und des Kreislaufes (Fig. 500) sind bei den Eidechsen im Allgemeinen ganz so eingerichtet, wie bei den Schildkröten, nur daß

die Beweglichkeit ihrer Brust ihnen die Einziehung der Luft ohne Hülfe des Schluckens gestattet. Ihre **Lungen** sind sehr ausgedehnt und erstrecken sich weit in die Eingeweidehöhle hinab. Bei den Krokodilen allein ist dieses nicht der Fall. Bei diesen letzteren Thieren sind auch die zwei **Herzkammern** (Fig. 501) vollkommen geschieden, wie bei den Haarthieren und Vögeln; allein dennoch ist ihre Athmung

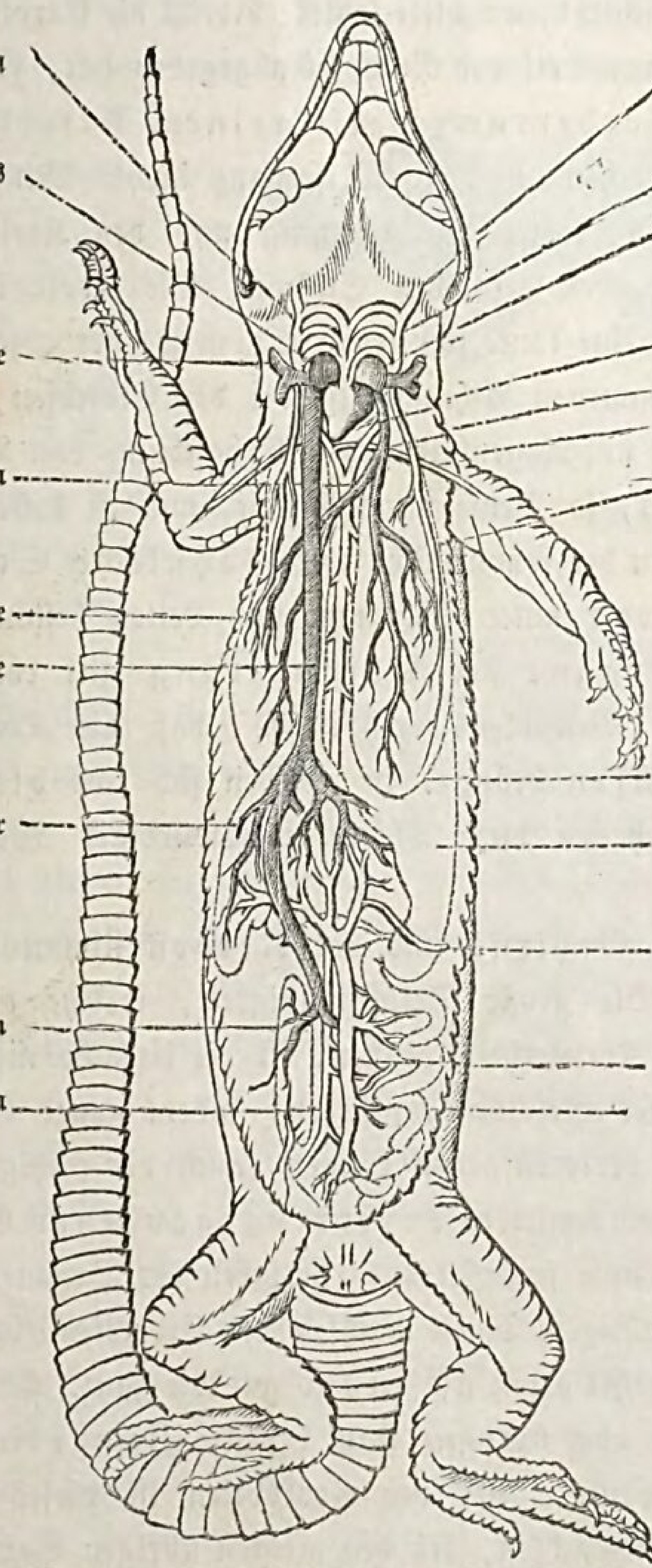


Fig 500. Die Kreislaufsorgane einer Eidechse.



Fig. 501. Das Herz eines Krokodiles.

unvollkommen, indem aus der rechten Herzkammer, welche also Venenblut und frischen Nahrungssaft enthält, in ähnlicher Weise eine Ader (falsche Aorta) entspringt, wie aus der linken Kammer die Aorta, mit welcher sie sich hinter dem Herzen vereinigt, so daß das Blut, welches den Körpertheilen zugeführt wird, doch nicht reines Arterienblut ist. Da aber die Vereinigung der genannten beiden Adern erst an dem Theile der Aorta geschieht, wo diese letztere bereits die Carotiden und auch die Arterienstämme für den Vordertheil des Rumpfes abgegeben hat, so ist hievon die Folge, daß der Kopf und Vorderrumpf mit reinem Arterienblute versehen wird. Die Krokodile stehen auf diese Weise ganz in der Mitte zwischen den Eidechsen und den Haarthieren, soviel die Athmung und den Kreislauf anbetrifft, und andre Vergleichungen ergeben denselben Schluß. Die Krokodile sind auch fast die einzigen Saurier, welche eine laute schreiende Stimme hervorzubringen vermögen. — Eine Folge der unvollkommenen Athmung ist bei den Eidechsen, wie bei den Schildkröten, eine große, nur auf Augenblicke, zur Erhaschung von Beute oder zur Flucht, unterbrochene Trägheit, ja Bewegungslosigkeit, und in kalten Gegenden der winterliche, in heißen Ländern der sommerliche todesähnliche Schlaf, welcher letztere meistens in Erdlöchern oder unter Schlamm und Letten bestanden wird.

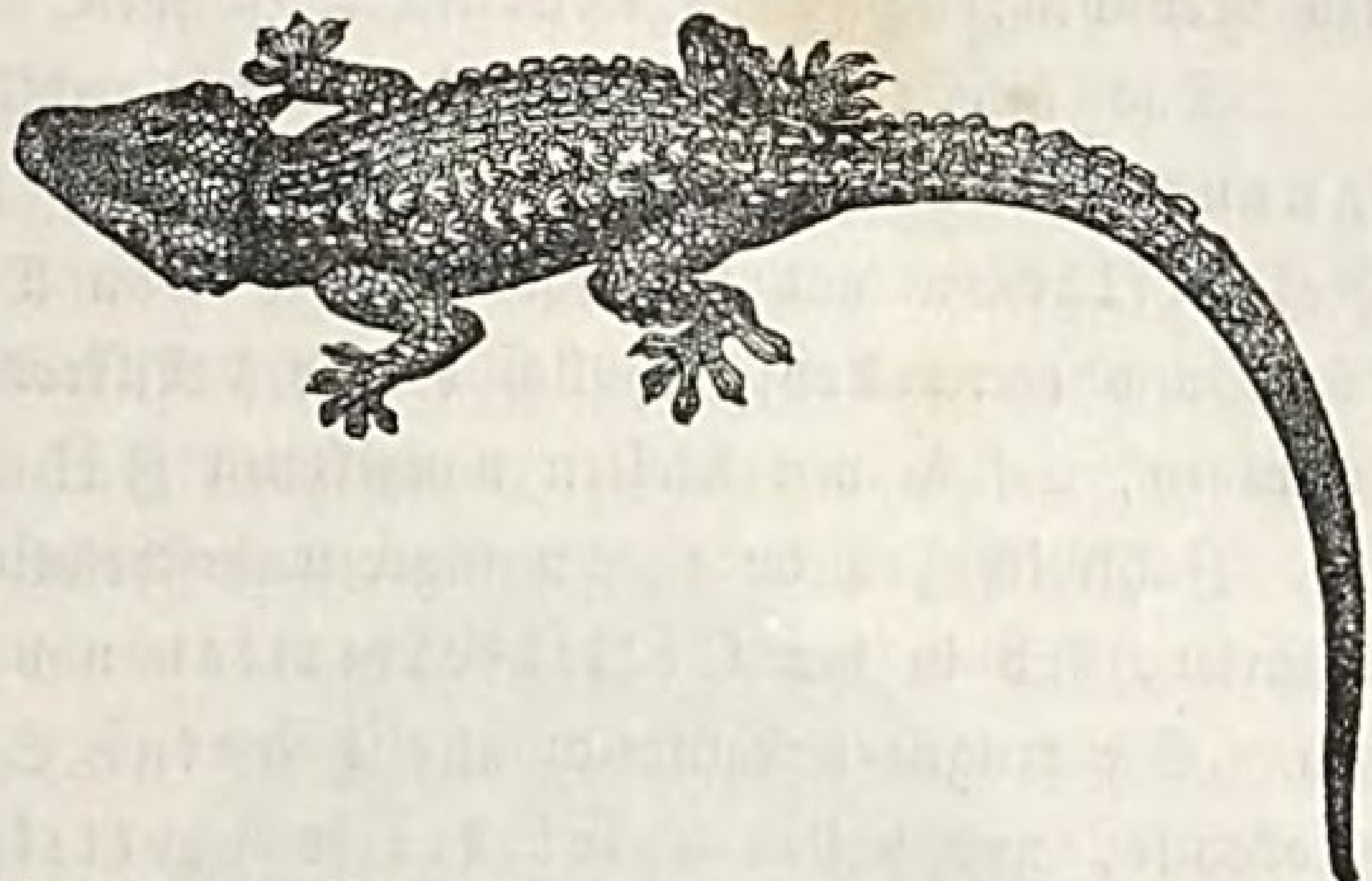
In Betreff der Organe der Absonderung gilt ebenfalls was von den Schildkröten gesagt ist. Bemerkenswerth ist es, daß die Krokodile an der Kehle zwei eigenthümliche Drüsen besitzen, in welchen sich eine bisamartige Fettigkeit aussondert. Dagegen haben diese Thiere merkwürdiger Weise keine Speicheldrüsen im Maule.

Auch im Bau des Gehirns und der Nerven stimmen die Saurier mit den Schildkröten überein. Die große Selbstständigkeit, welche die einzelnen Nervenpartien der verschiedenen Körpertheile besitzen, ist die Ursache nicht allein der größten Lebenszähigkeit dieser Geschöpfe, sondern, indem ganze Glieder ohne Störung für den übrigen Körper verloren gehen können, auch der Fähigkeit einer allmähligen Wiederersetzung (Reproduktion) verlorengegangener Glieder durch die in dem übriggebliebenen Rumpfe fortwirkende Thätigkeit der Organe. Der Schwanz, die Beine, ja selbst noch wichtigere Theile wachsen den Eidechsen leicht vollkommen wieder.

Von den Sinnen fehlt der Tastsinn so gut wie ganz. Ebenso der Geschmack; denn die mit lederartiger oder horniger Haut bedeckte Zunge dient nur zum Schlucken oder zum Fange der Beute. Bei den Krokodilen ist dieses Werkzeug kurz, auf der Unterfläche ganz angewachsen, bei den meisten übrigen Sauriern mehr oder weniger vorstreckbar und oft gabelförmig gespalten. Das Chamäleon schießt seine Zunge so lang vor wie sein eigener Körper lang ist, und fängt mit dem klebrigen Wulste am Ende derselben die Insekten, von denen es sich nährt. Die Nasenlöcher sind meistens vorn an der Schnauze befindlich; nur bei den Leguanen stehen sie nahe vor den Augen, wie bei den Vögeln; sie sind bei den Krokodilen wie bei den Schildkröten durch Klappen von innen verschließbar. Aeußere Ohren fehlen, das Trommelfell ist meistens von Außen sichtbar und bei vielen Gattungen durch klappenartige Hautfalten nach Belieben verschließlich. Innerlich ist auch die Schnecke vollkommen ausgebildet. Die Augen stimmen in ihrer Einrichtung ganz mit denen der Vögel überein, nur daß einigen der Fächerkamm sowie Andern auch der Knochenring in der Sklerotika, fehlt. Der Fächerkamm, welcher bei den Krokodilen nur

schwach angedeutet ist, bei den gemeinen Eidechsen, Leguanen, Monitoren und Blindschleichen aber sich sehr ausgebildet findet, zeichnet sich bei diesen Thieren stets durch den Mangel an Falten oder geringe Anzahl solcher den Vögeln gegenüber aus. Einigen Eidechsen mangeln Augenlider.

Die Fortpflanzung geschieht wie bei den Schildkröten. Auch die Verbreitung ist ganz ähnlich, indem in gemäßigten Gegenden der Erde nur wenige und stets nur kleinere, in kalten gar keine, in heißen Ländern dagegen zahlreiche und besonders auch große Gattungen vorkommen. Krokodile gehören einzig der heißen Zone an. Diese letzteren Thiere leben an großen Flüssen und meistentheils im Wasser, während die übrigen Eidechsen theils auf der Erde, theils an Felsen und auf Bäumen ihrem Raube nach zu gehen pflegen. Einige von ihnen, wie die Geckos (Fig. 502) sind nächtliche Thiere.

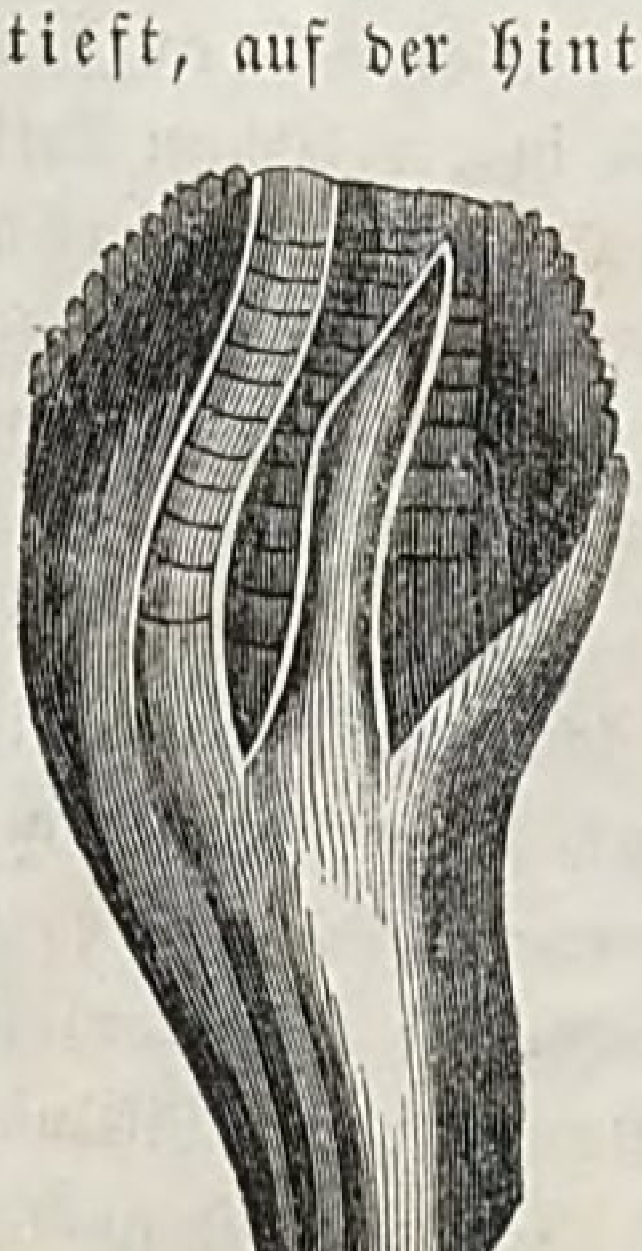

Fig 502 Der Gecko (Platydactylus murorum) — 2/3 d. nat. Gr.

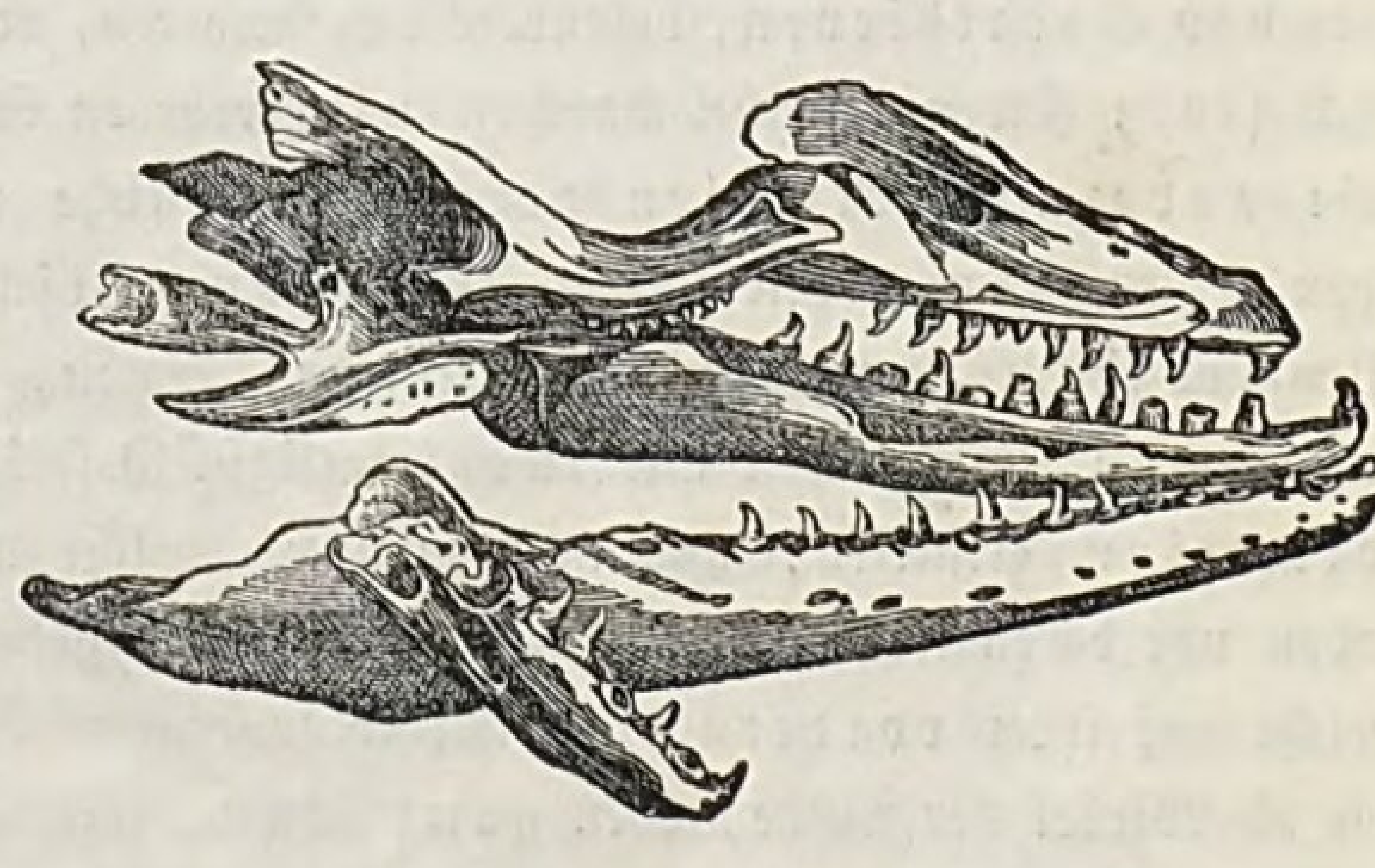
Eidechsenartige Geschöpfe sind auf der Erde weit früher vorhanden gewesen, als Haarthiere, Vögel und Schildkröten. Schon aus der Steinkohlenformation kennt man Spuren von solchen Thieren, und in wachsender Menge und Mannigfaltigkeit zeigen sich Ueberreste von solchen in allen jüngeren Formationen. Aber nicht allein, daß, wie bei den Haarthieren und Vögeln, keine der jetzt die Erde belebenden Gattungen auch nur in den Tertiärschichten, keine Gattung, welche sich mit einer jetzt lebenden zu einem Geschlechte vereinigen ließe, in einer Ablagerung von höherem Alter, als die Tertiärformationen, angetroffen wird, sondern wir sind bei den meisten der ausgestorbenen eidechsenartigen Thiere nicht einmal im Stande, dieselben zu irgend einer der Familien, ja selbst der allgemeineren Gruppen zu stellen, in welche man die jetzigen Eidechsen eintheilen kann. Vielmehr läßt sich von den meisten derselben sagen, daß sie gewisse Merkmale der einen Gruppe mit gewissen anderen Merkmalen einer andern Gruppe vereinigen. Auch Merkmale anderer Ordnungen der Schilderthiere, und nicht genug hiemit, sondern selbst Merkmale, welche in der jetzigen Periode nur den Haarthieren, besonders den Cetaceen, oder den Vögeln eigenthümlich sind, finden wir bei manchen ausgestorbenen Sauriern, und finden sie hier mit andern Merkmalen vereinigt, welche nur Nackthäutern (molchartigen Thieren), oder mit solchen, welche nur Fischen, den unvollkommensten von allen mit einem Knochengerüste versehenen Thieren, in der jetzigen Thierwelt zukommen. So haben alle eidechsenartigen Geschöpfe, welche vor der Kreideformation existirten, und noch manche, welche während dieser Periode gelebt haben und deren Ueberreste in derselben begraben gefunden werden, Wirbelkörper, welche auf ihrer vordern, wie auf ihrer hintern Fläche vertieft (biconcav) sind, wie die Wirbel der Fische, oder ganz flach, wie bei den Haarthieren. Wir müssen die wichtigsten dieser Thiere, deren Skelette freilich meistens allein und oft auch nur unvollständig erhalten geblieben sind, näher kennen lernen, denn hier liegt ein großes

Räthsel der Natur verborgen. Es ist, indem wir die wunderbare Vermischung der Merkmale von Thieren verschiedener Klassen bei diesen ausgestorbenen Wesen betrachten, als hätten wir die Schöpferkraft in der Bildung der jetzigen vollkommeneren Schöpfung überrascht; es ist, als sähen wir in diesen erloschenen Geschöpfen die längst bei Seite geworfenen Probeversuche, aus den Grundlagen der Organisation der noch viel früher geschaffenen Fische, die für so mannigfach verschiedene Lebensweisen geeigneten und der höchsten irdischen Vervollkommnung, bis zur Natur des Menschen, fähigen Thierklassen zu formen.

Das älteste vollständiger bekannte eidechsenartige Geschöpf, der Proterosaurus aus dem Kupferschiefer Thüringens, hatte bei Wirbeln mit geraden Gelenkflächen und fischgrätenartig hohen Dornen, fünfzehige Eidechsenfüße und einen Kopf, ähnlich dem des Nilkrokodiles, mit langen, dünnen zapfenförmigen, tief in den Kiefern wurzelnden Zähnen.

Zahlreiche, mehr oder weniger wahrscheinlich mit ähnlichen Füßen versehene Saurier, sind in der Oolithformation und Kreideformation entdeckt worden. Sie trugen vermuthlich alle hornige Schilder, nicht Knochentafeln wie die Krokodile, und hatten Wirbel mit vertieften Gelenkflächen. Hieher gehören die Pholidosaurus und Hyläosaurus, sowie der wohl 50 bis 60 Fuß lange Megalosaurus der Wäldenschichten. Letzteres Thier hatte röhrenförmig hohle, mit Mark gefüllte Knochen, wie die auf dem Lande lebenden Haarthiere, während alle andern Thiere, welche, wie vermuthlich diese riesenhaften Geschöpfe, zum Leben im Wasser bestimmt sind, völlig mit Knochenmasse erfüllte Gebeine besitzen. Die Iguanodon, in den gleichen Schichten aufgefunden, waren von noch ungeheurer Größe und, wie ihre Zähne (Fig. 503) beweisen, welche denen der Leguane ähnlich sind, auf Pflanzennahrung angewiesen. In dem Kreidetuff des Petersberges bei Maestricht fand man den gegen 30 Fuß langen Mosasaurus, dessen Kopf (Fig. 504) allein 2 Ellen mißt. Die Kiefer dieses Thieres sind lang gestreckt, der Unterkiefer hat eine ausgehöhlte Gelenkfläche, die Zähne, alle unter einander gleich, sitzen auf knöchernen Sockeln der Kieferknochen, welche aus flachen zahngrubenartigen Vertiefungen hervorragen. Die Wirbel dieses Ungeheuers waren, fast wie bei manchen jetzigen Eidechsen, auf der Vorderfläche vertieft, auf der hintern gewölbt.


Fig. 503. Ein Zahn von Iguanodon Mantelli. — Nat. Gr.


Fig. 504. Der Schädel des Mosasaurus Hofmanni. 1/10 d. nat. Gr.

Eine höchst eigenthümliche Familie bilden die nur in den Schichten der Triasformation sich findenden, Labyrinthodonten (Fig. 505), d. h. Thiere, deren Zähne (Fig. 506) aus einer labyrinthisch zusammengefalteten Zahnbein und Schmelzlage bestehen und in Folge dieser Faltung mit tiefen Längsfurchen

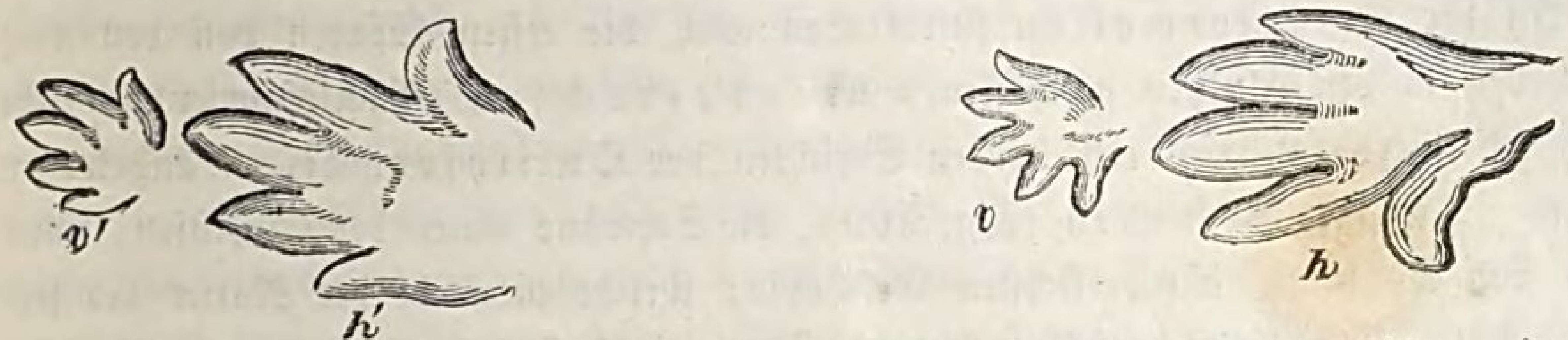


Fig. 505. Fußspuren im bunten Sandstein von Heßberg bei Hilbburghausen (vermuthlich von einem Labyrinthodonten). — $1/8$ d. nat. Gr.

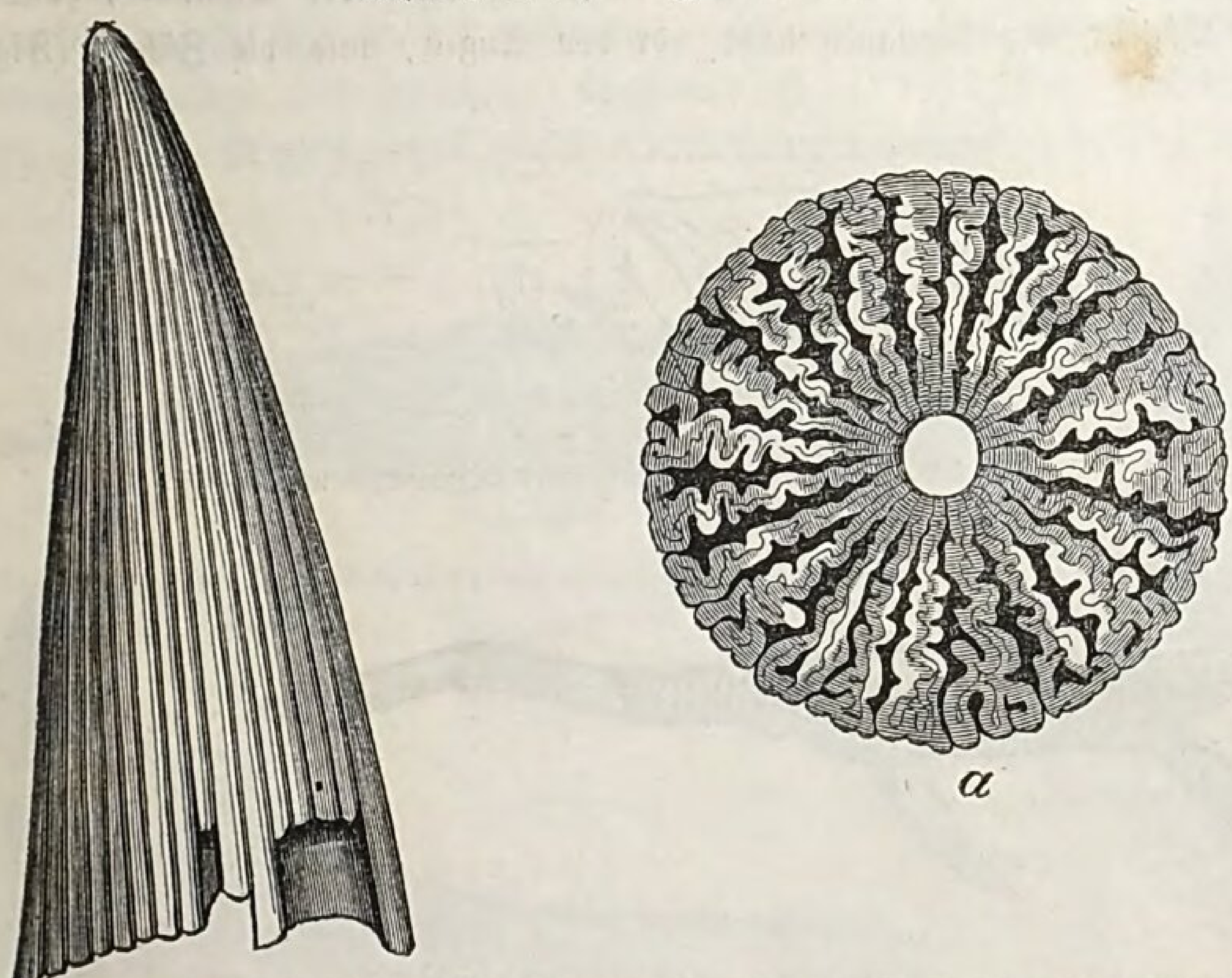


Fig. 506. Zahn eines Labyrinthodonten (Mastodonsaurus Jægeri). — *a* Ein Querschnitt desselben. Nat. Gr.

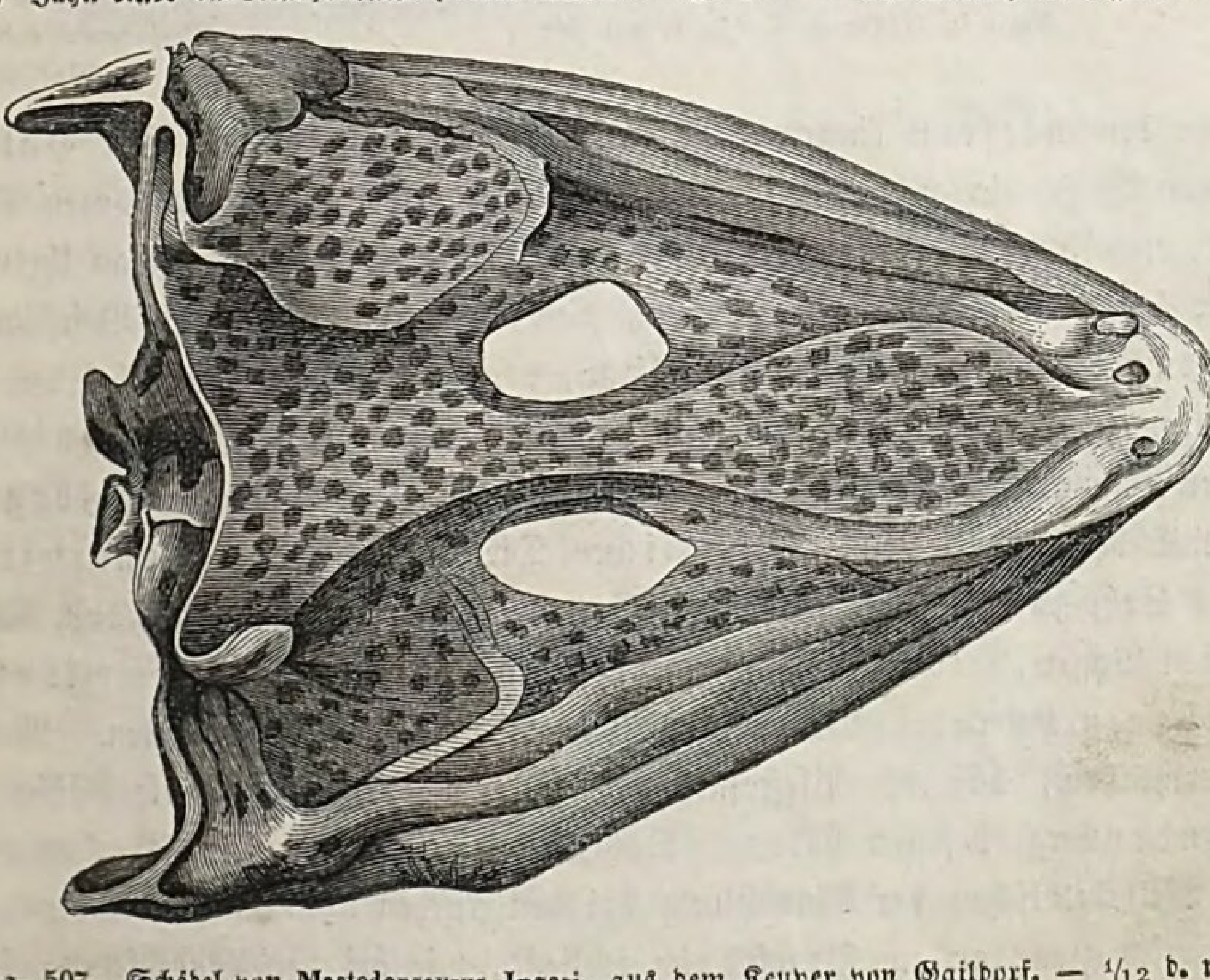


Fig. 507. Schädel von Mastodonsaurus Jægeri, aus dem Keuper von Gailbdorf. — $1/12$ d. nat. Gr.

gereift sind. Diese Geschöpfe, welche manche Merkmale der Krokodile besessen zu haben scheinen (Fig. 507), waren in vieler Beziehung molchartigen Thieren vergleichbar. Ihre Wirbel waren schwach biconcav. Manche Gattungen müssen eine sehr bedeutende Größe gehabt haben (Fig. 508).

In der Triasformation findet man auch die ersten Spuren von den ganz zum Leben in den Fluthen geschaffenen Meereidechsen (Enaliosaurier), welche jedoch besonders zahlreich erst in den Schichten der Oolithformation angetroffen werden. Die Plesiosauren (Fig. 509), die Schwäne unter den Eidechsen, unter diesen sind wohl die wunderlichsten Geschöpfe, welche man in der Natur bis jetzt entdeckt hat. Der Kopf derselben hat die Form eines Leguanskopfes; die Nasenlöcher, welche sehr enge sind, liegen nicht am Ende der Schnauze, sondern wie bei den Vögeln und Leguanen nahe vor den Augen, und die Zähne (Fig. 510)



Fig. 508. Vermuthliche Gestalt eines Labyrinthodonten.

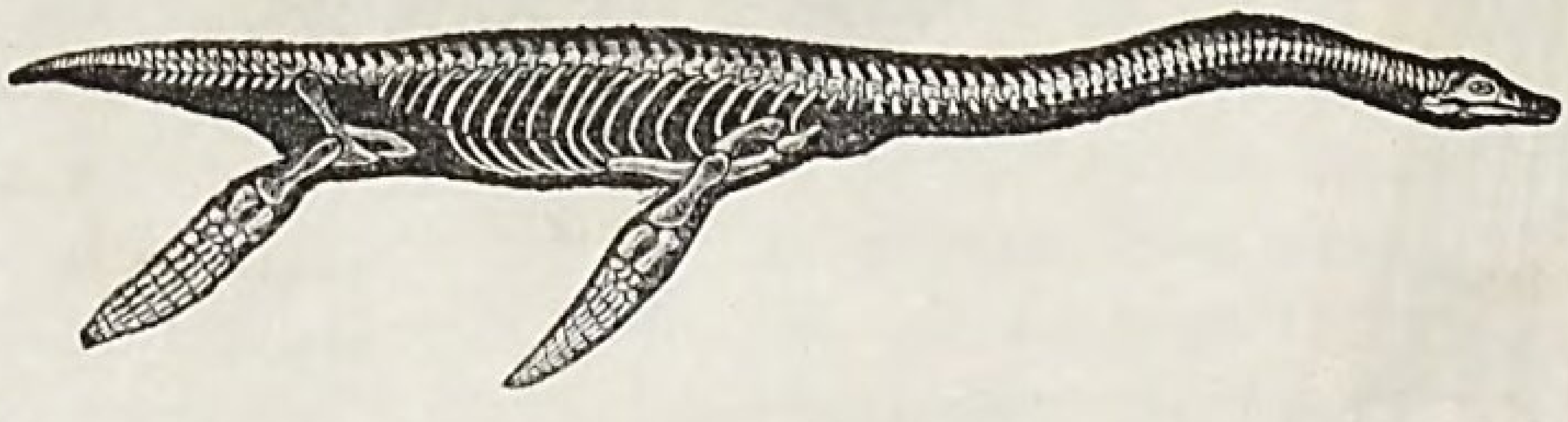


Fig. 509. Skelett von Plesiosaurus dolichodeirus, aus dem Lias von Lyme Regis in England. — $^1/_{30}$ d. nat. Gr.

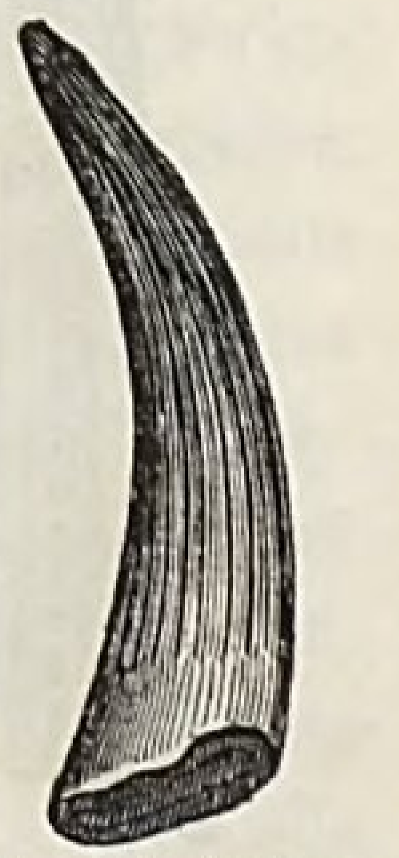


Fig. 510. Ein Zahn von Plesiosaurus dolichodeirus. Nat. Gr.

sind tief in den Kiefern eingewurzelt, wie bei den Krokodilen. Ihr Hals besitzt wunderbarer Weise die größte Zahl von Wirbeln, welche in der ganzen Thierwelt vorkommt, nämlich über dreißig, und diese Halswirbel tragen an ihrer Unterseite, wie bei den langhalsigen Vögeln, eine doppelte Reihe zur Befestigung der Bewegungsmuskeln dienender Stachelfortsätze, von welchen sich auch bei den Krokodilen Spuren finden. Während die Wirbelköper der Plesiosauren, wie bei den Haarthieren, ganz gerade Gelenkflächen haben, sind die Wirbelbogen auf ersteren, wie bei den Fischen, beweglich. Die Reihe der Schwanzwirbel ist nur kurz. Sehr entwickelt war das Gerüst der Rippen, indem den vom Rückgrate auslaufenden Bogen, wie beim Chamäleon und allen Eidechsen mit großen, ausdehnbaren Lungen, Brust- und Bauchbogen sich anfügten. Man darf hieraus vermuthen, daß die Plesiosauren, wie das Chamäleon, die Fähigkeit der Farbenänderung besessen haben. Das Schulter- und das Beckengerüste halten die Mitte zwischen der Einrichtung bei den Fischen und den Landthieren, indem das erstere sich zwar an ein Brustbein schließt, wie bei den Landthieren, letzteres

aber am Bauche zwar in sich festverbunden, allein nur schwach an die Wirbelsäule befestigt ist, wie das in noch stärkerem Gegensatze bei den Fischen der Fall ist. Die vier Gliedmaßen sind ganz gleichmäßig gebaut und gleichen ganz den Flossenhänden der Meerwunder, indem sie aus einer großen Anzahl platter Knochen bestehen, welche zu einem Ruder verbunden sind. Die Haut der Plesiosaurus (Fig. 516) war vermuthlich nicht mit Schildern bedeckt, sondern nur dicklederig.

Kaum weniger interessante Meereidechsen sind die Ichthyosauren (Fig. 511), welche in den Lias- und auch noch in den Juraschichten gefunden werden. Diese Thiere, von denen man schon 8 verschiedene Arten kennt, erreichten eine Länge von 30 bis 50 Fuß, hatten einen dicken Hinterkopf lange delphinenartige Schnauze und 120 bis 180 spitze, gereifte, kegelförmige Zähne (Fig. 512) in einer gemeinsamen Rinne der gestreckten, mitunter 6 Fuß langen, und durch ein blättriges Gefüge des Knochens biegsamen Kiefer. Der Schädelbau (Fig. 513) hält die Mitte zwischen den Krokodilen und Leguanen; die Nasenlöcher

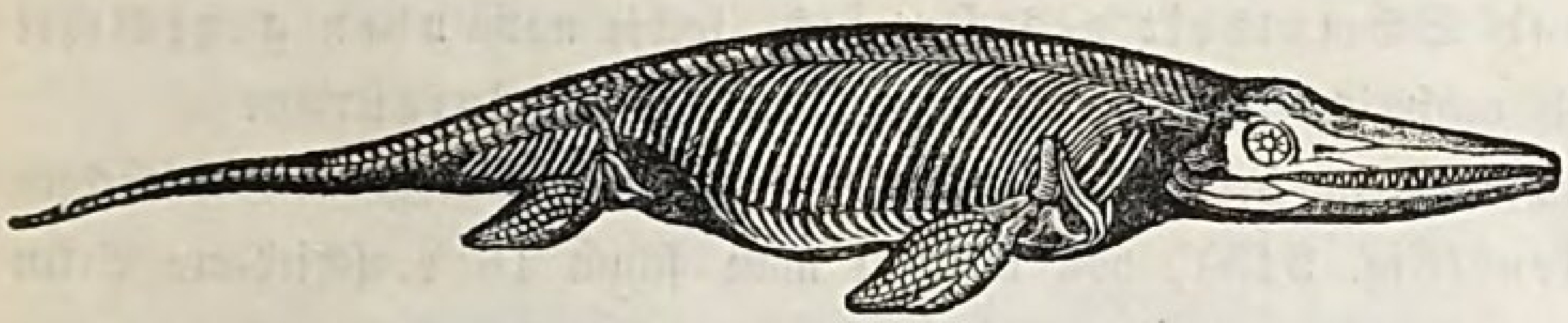


Fig. 511. Skelett von Ichthyosaurus communis, aus dem Lias von Boll in Würtemberg. — 1/50 d. nat. Gr.

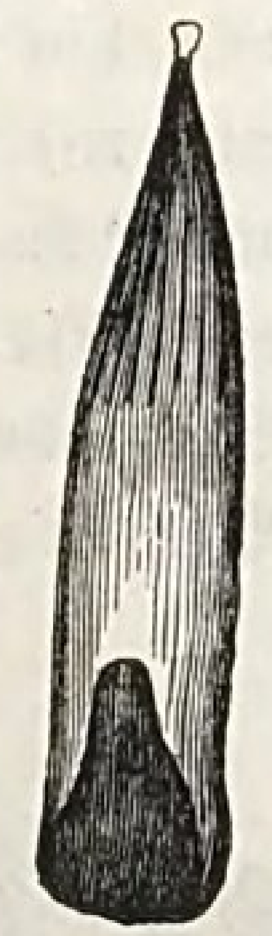


Fig. 512. Ein Zahn von Ichthyosaurus communis. Nat. Gr.

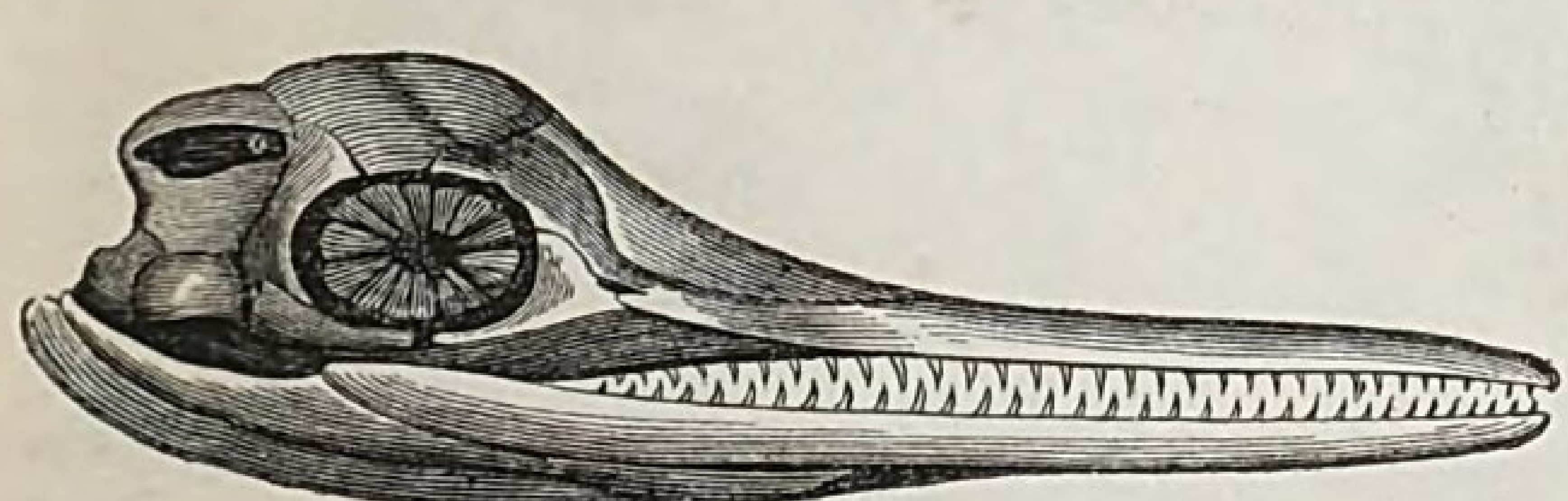


Fig. 513. Der Schädel des Ichthyosauruscom munis. — 1/12 d nat. Gr.

stehen wie bei diesen nahe von den Augen. Letztere sind ungeheuer groß, die gewaltigsten Sehwerkzeuge, welche die Natur aufzuweisen hat. In der Sklerotika liegt, wie bei den Vögeln, eine Anzahl bedeutender Knochenplatten, welche um die Pupille einen becherförmigen Ring bilden. Der Hals der Ichthyosauren ist sehr kurz, obgleich er 5 bis 10 Wirbel enthält. Rippentragende Wirbel sind gegen 40, Schwanzwirbel wohl 100 vorhanden, alle sehr flach, auf beiden Gelenkflächen vertieft, Brettspielsteinen ähnlich, aber mitunter 1 Fuß im Durchmesser. Die Rippen umschließen, wie bei den Fischen, die Bauchhöhle in der ganzen Leibeslänge; sie sind grätenartig lang und schmal. Den am Rückgrat befestigten Bogen entsprechen auf der Unterseite solche, welche sich auf das Brustbein stützen; letzteres ragt T förmig vorn hervor. Das Schultergerüste ist, wie bei den Fischen, stärker entwickelt, als das Beckengerüste, aber ebenso wenig als dieses an die Wirbelsäule befestigt und nicht ohne gewisse erhebliche Uebereinstimmungen mit dem Schultergerüste des Schnabel-

thieres. Die Gliedmaßen sind Ruderhände, mit zahlreichen Knochenplatten; die Vorhände doppelt so groß, als die hinteren. In der Gestalt glichen die Ichthyosauren (Fig. 516) vermuthlich am meisten den Delphinen. Sie waren arge Raubthiere, wie die vielen Fischreste in ihrem versteinerten Miste, den sogenannten Koprolithen, beweisen, die man zwischen ihren Skeletten gefunden hat. Aus den schneckenförmigen Eindrücken ausgeworfener Excremente (Fig. 514) kann man sogar noch die Beschaffenheit ihres Darmes erkennen, welcher, wie bei gewissen Haifischen, eine spiralige Hautfalte gehabt haben muß.

Krokodilartige Saurier finden sich in der Oolithformation und in allen jüngeren Formationen, und zwar solche mit schnabelförmig verlängerter Schnauze, wie bei den Gavialkrokodilen (Fig. 497) im Gangesstrome Indiens, aber zugleich mit fischartig vertieften Wirbeln, während gerade die Gaviale auf der Vorderfläche ihrer Wirbel vertiefte Gelenkpfannen, auf der Hinterfläche dagegen gewölbte Gelenkköpfe besitzen. Der Schwanz jener gavialartigen Eidechsen war von den Seiten zusammengedrückt, ihre Haut war mit Knochenschildern versehen, wie bei den jetzigen Krokodilen. Hieher gehören die Teleosauren und die durch Länge und Schmalheit des Kopfes, sowie nach oben gerichtete Augenhöhlen und zahlreiche Zähne ausgezeichneten Mystriosauren.

Ganz ohne Vergleich in der jetzigen Schöpfung sind die fliegenden Eidechsen oder Pterodactylen (Fig. 515), von welchen man schon 16 verschiedene Arten



Fig. 514. Koprolithen.

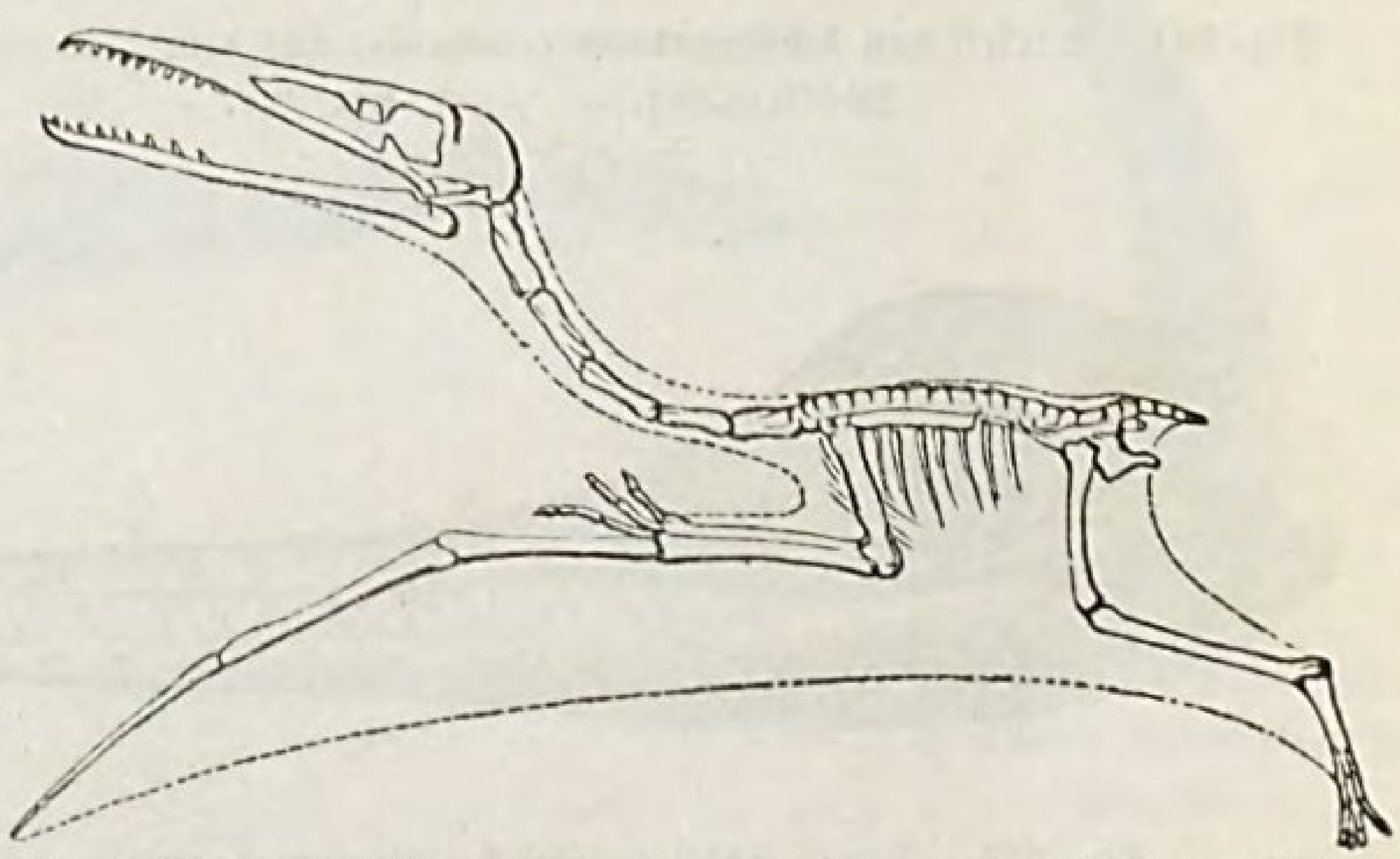


Fig. 515. Skelett von Pterodactylus longirostris, aus dem lithographischen Schiefer (Oolithformation) bei Solenhofen in Franken. — 1/3 d. nat. Gr.

kennt, von der Größe einer Schnepfe bis zu der einer Ente. Sie finden sich ausschließlich in den Lias- und Juraschichten. Ihr Kopf ist sehr groß mit weiten Augenhöhlen und einem ungegliederten Knochenringe in der Sklerotika. Die Nasenlöcher stehen nahe vor den Augen. Die Kiefer sind bald kürzer und gedrungener, bald sehr lang schnabelartig vorgestreckt, mit etwa 60 spitzen, pfriemenförmigen Zähnen versehen, welche in Gruben eingepflanzt sind. Der Hals ist lang, wie ein Vogelhals, aber nur aus 7 Wirbelknochen gebildet und sehr stark. Der kleine Rumpf ist bei manchen kaum länger als der Kopf, enthält aber 20 Wirbel. Die Wirbelsäule endigt bei einigen Arten in einen kurzen, dünnen Schwanz, bei andern ist sie sehr verlängert. Die Rippen sind dünn, fast fadenförmig, an Querfortsätzen der Wirbel beweglich angefügt, auf der Unterseite mit Brustbeinrippen verbunden, wie bei den Vögeln, und durch diese, wie bei den letztgenannten Thieren, auf ein schildförmiges Brustbein gestützt, welches jedoch

der Kammleiste entbehrt. Das Schultergerüst ist dem der Vögel gleich, nur fehlt die Gabel der Schlüsselbeine ganz. Der Oberarm ist kurz und kräftig, der Unterarm doppelt so lang, Handwurzel und Mittelhand unbedeutend, Finger fünf an der Zahl. Von diesen Fingern tragen vier eine Kralle; der Daumen hat drei, der Zeigefinger vier, der Mittelfinger fünf, der folgende 6 Glieder und ebenso viele hat der krallenlose äußere Finger. Dieser letztere aber ist fünfmal so lang als die übrige Hand und besteht aus den unverhältnißmäßigsten, stärksten Knochenstäben. Dieser Finger trug wahrscheinlich eine Flughaut, ähnlich derjenigen, welche die Flatterthiere besitzen; denn daß die Pterodactylus fliegende Thiere waren beweist die Beschaffenheit der Knochen, welche, wie bei den Vögeln, pneumatisch sind. — Das Beckengerüste dieser Thiere schließt sich an die Rückenwirbelsäule, ist aber nicht wie bei den Vögeln am Bauche offen, sondern zu einem Schoßbogen geschlossen. Die Hintergliedmaßen gleichen denen der gemeinen Eidechsen mit vier Zehen. So sind die Pterodactylen Eidechsen, Fledermäuse und Vögel zugleich. Wahrscheinlich flatterten (Fig. 516) sie umher, hängten sich mit den freien Krallenfingern der Flughände an Felsen und Bäume, konnten wohl auch auf den Hinterfüßen gehen, wie Vögel, mit eingelegten Flügeln und vielleicht noch obendrein, wie einige Vampirfledermäuse, auf dem Wasser schwimmen, mit vorgestrecktem Halse, wie Schildkröten zu schwimmen pflegen.

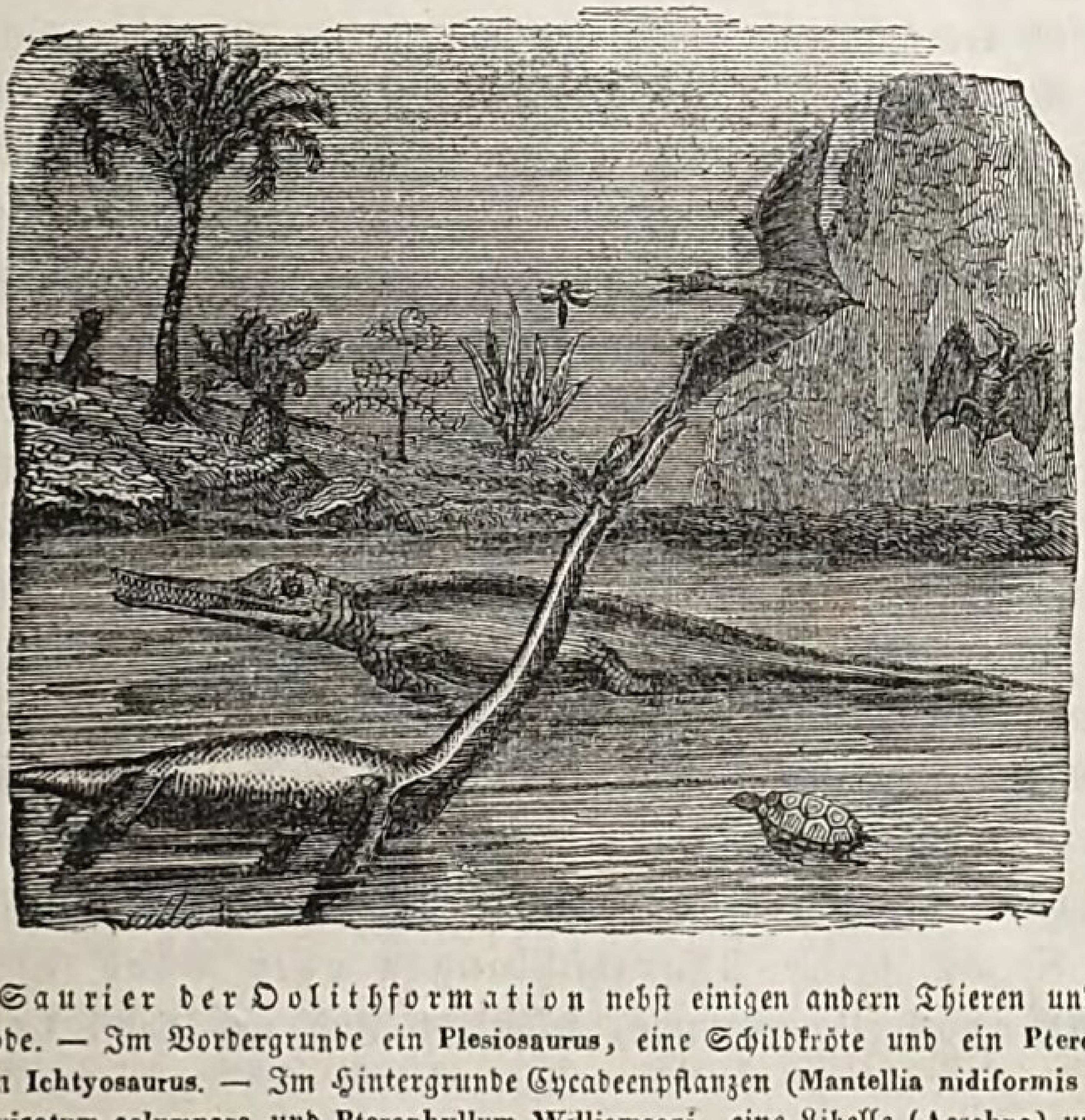


Fig. 516. Die Saurier der Oolithformation nebst einigen andern Thieren und Pflanzen jener Schöpfungsperiode. — Im Vordergrunde ein Plesiosaurus, eine Schildkröte und ein Pterodactylus. — Im Mittelgrunde ein Ichtyosaurus. — Im Hintergrunde Cycadeenpflanzen (Mantellia nidiformis und Zamia pungens), ein Equisetum columnare und Pterophyllum Williamsoni, eine Libelle (Aeschna) und ein Beutelthier (Phascolotherium Bucklandi).

Dritte Ordnung.

Die Schlangen. Ophidia.

Uebersicht:

1. Familie. Engmäuler. Stenostomata.
2. Familie. Weitmäuler. Eurystomata.

Die allgemein bekannte Gestalt der Schlangen oder Ophidier, dieser, wegen des Giftes, mit welchem manche Geschlechter derselben versehen sind, so sehr gefürchteten Thiere, gleicht derjenigen mancher langgestreckten Eidechsenarten, zumal der fußlosen Blindschleichen. Auch könnte man wegen völliger Uebereinstimmung in den wichtigsten Theilen der Organisation, die Schlangen geradezu mit den Sauriern in eine Ordnung stellen, wenn nicht doch einige bemerkenswerthe Abweichungen einen Unterschied zwischen beiderlei Geschöpfen begründeten. Diese Abweichungen beruhen hauptsächlich im Bau des Skelettes, in der Ausbildung der Lungen und etwa auch noch in dem äußerlichen Merkmale, daß die Schlangen keine Augenlider besitzen. Alle Schlangen entbehren der Beine gänzlich, nur geringe Stummeln, sogenannte Aftersporen eine Andeutung der Hintergliedmaßen, zeigen sich bei einigen dieser Thiere, nämlich bei den Boas, Anakondas und Pythonriesenschlangen. Alle Ophidier sind daher auch gezwungen, stets auf dem Leibe unmittelbar und durch eigenthümliche Bewegungen der Bauchmuskeln zu kriechen.

Hinsichtlich der äußeren Gestalt sind nur wenige Verschiedenheiten bemerkbar; während die Eidechsen darin eine außerordentliche Mannigfaltigkeit zeigten, herrscht hier die größte Einförmigkeit. Der Körper ist vom Kopfe bis zum Schwanze fast gleichmäßig dick und meistens ganz walzrund, gegen den Schwanz allmählig zugespitzt, so daß in Ermangelung von Beinen das Ende des Bauches meistens einzig nach der Stellung der Afteröffnung äußerlich erkannt werden kann. Der Kopf ist gewöhnlich eiförmig, platt; bei manchen Geschlechtern ist der Hinterkopf breiter, als der Hals, und dieses Kennzeichen kommt insbesondere den meisten gefährlichen Schlangengeschlechtern zu. Bei einigen ist der Hals dick aufgetrieben, besonders bei den sehr furchtbaren Brillenschlangen (Fig. 517). Die im Wasser lebenden Arten haben ein ruderförmig seitlich zusammengeplattetes Schwanzende.

In Betreff der Größe walten nicht geringere Verschiedenheiten, als bei den Eidechsen. Während es Vipernarten gibt, welche nur eine Spanne lang und wie ein Gänsekiel dick werden, haben schon unsere Nattern 3 bis 5 Fuß in der Länge, die Klapperschlange 6 Fuß und die Pythonriesenschlangen (Python) erreichen 10 bis 20, ja die Abgottschlangen oder Boas (Fig. 517 a) 30 und die Anakondas (Boa scytale) selbst 40 Fuß und dabei letztere die Dicke eines Rosses.

Die Haut der Schlangen ist mit hornigen Schildern bedeckt, von derselben Mannigfaltigkeit, welche diese Bedeckung bei den Sauriern wahrnehmen läßt. Die Färbung ist bei dieser Ordnung aber noch lebhafter und bunter, oft wahrhaft prachtvoll und metallisch schillernd. Alle häuten sich jährlich mehre Male, und zwar streift sich ihre Oberhaut, sobald durch die Bildung einer neuen unter der alten diese letztere abgelöst ist, in einem einzigen Stücke ab, indem dieselbe zuerst an den Rändern des Maules sich lostrennt und zurückschlägt und darauf allmählig durch

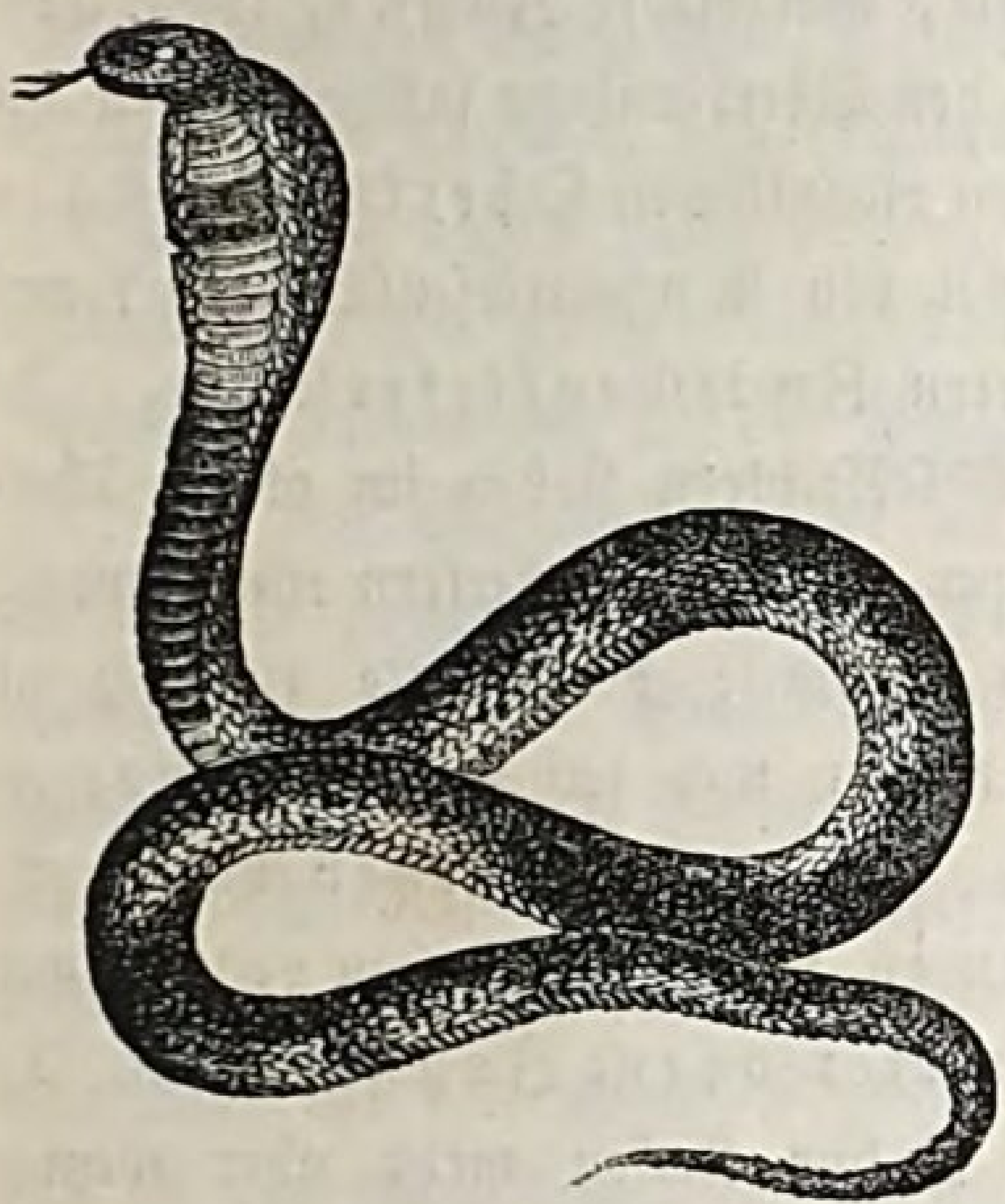


Fig. 517. Aspisbrillenschlange (Naja haje). 1/6 d. nat. Gr.



Fig. 517 a. Die Abgottschlange (Boa constrictor). 1/10 d. nat. Gr.

die kriechende Bewegung des Thieres immer weiter zurückgeschoben wird, wobei sie eine völlige Umwendung erleidet. Die Schilder einer solchen abgeworfenen Haut sind daher alle mit der gewölbten Fläche nach Innen, mit der hohlen nach Außen gekehrt. Sogar die Augen häuten sich vollständig mit. Die neue Oberhaut besitzt meistens schönere, lebhaftere und mit dem Alter auch im Grunde und in den Zeichnungen verschiedene Farben. Bei den meisten Arten findet ein, freilich oft sehr geringer, Farbenunterschied zwischen den Männchen und Weibchen statt. — Von besonderen Hautgebilden bemerken wir einestheils die hahnenspornartigen, durch sehr spitzkegelförmige Gestalt gewisser Schildchen gebildeten Hörner, deren die Hornviper (Cerastes cornutus) über jedem Auge eins trägt, das an dem gleichen Orte befindliche Haarbüschelchen der Augenbraunviper (Vipera cophophris), sowie das weiche Hörnchen auf der Nase der Sandviper (V. ammodytes) und die seltsamen, mit zarten Schildern belegten, weichen Zapfen oder Trotteln, welche der Trottelschlange (Rhinopirus tentaculatus) vom Unterrande der Augen herabhangen. Sehr auffallend sind auch die eigenthümlichen Rasselinstrumente, mit welchen die Klapperschlangen (Fig. 518) und Schwirrschlangen (Caudisona) das in ihrem Namen bezeichnete Geräusch hervorbringen. Diese entstehen erst mit dem Wachsthume des Thieres, indem der hütchenförmige Schild, welcher die Schwanzspitze bekleidet, wegen der verengten Form seines Randes nicht mit der übrigen Oberhaut abgeworfen werden kann, während doch gleichwohl darunter ein neues gleichgestaltetes, aber etwas größeres Schildchen sich bildet. So entsteht bei jeder Häutung ein neues Hütchen und die ganze Zahl dieser abgelösten Stücken bildet an der Schwanzspitze der genannten Schlangen eine, nach dem Altersverhältnisse kürzere oder längere Reihe beweglich in einandersteckender, dürrer Hautkapseln, welche bei trockner Witterung jede Bewegung mit einem raschelnden Geräusche begleiten. — Die Lederhaut enthält die polsterförmigen Grundlagen der Schilder, über welchen die Oberhaut oft nicht dicker ist, als in den Zwischenräumen. Das ganze Lederhautgebilde ist aber dick, bei den Riesenschlangen zu gutem Stiefelleder tauglich.

Die Ophidier besitzen sehr allgemein zahlreiche und spitze, stark hakenförmig nach

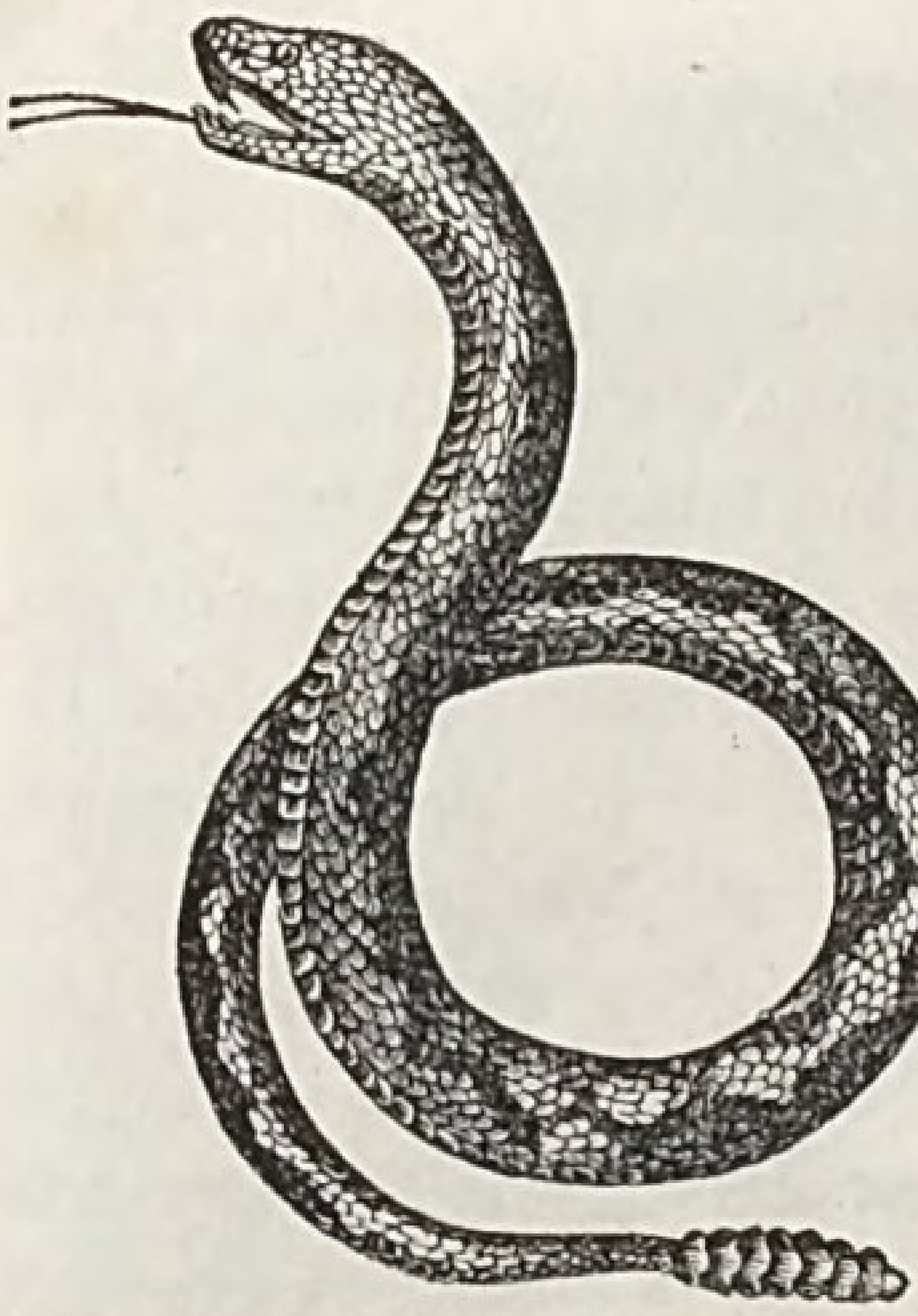


Fig. 518. Die Klapperschlange (Crotalus horridus). — ⅓ d. nat. Gr.

hinten gerichtete, wurzellose Zähne, (Fig. 520) und zwar in der Oberkinnlade fast durchweg nur in den seitlichen eigentlichen Oberkieferstücken, selten aber (bei den Pythonriesenschlangen) auch in dem mittleren Zwischenkieferstücke. Bei den giftigen Geschlechtern stehen im obern Theile des Rachens nur an den Oberkiefern einige wenige Zähne, deren vorderste dem Gifte zugleich als Abflußkanäle dienen und daher Giftzähne genannt werden. Die nicht giftigen haben aber auch am Gaumen noch zwei Reihen von Zähnen, also im Ganzen vier obere Zahnreihen. Die meisten dieser Zähne stecken mehr oder weniger tief in scheidenartigen Täschchen der Zahnfleischhaut und sind theils an den Kieferknochen angewachsen, theils beweglich nur in der Haut befestigt. Ersterer Art sind alle Zähne der giftlosen Schlangen, sowie die Giftzähne (Fig. 519) der Giftschlangen. Diese sind an ihrer hinteren Seite mit einer tiefen, fast kanalartig umschlossenen, Längsrinne versehen, welche nahe über der Spitze des Zahnes sich öffnet und durch welche das Gift aus der am Oberkiefer gelegenen Giftdrüse ausfließt. Hinter diesem Giftzahne jeder Seite der Oberkinnlade stehen mehre immer kleinere, bloß in der Haut befestigte und ganz nach hinten gerichtete Zähne, welche schon dieselbe so eben beschriebene Einrichtung zeigen, und welche den Giftzahn, sobald derselbe ausfällt oder etwa bei einem heftigen Bisse in der Wunde stecken bleibt, nach einander ersetzen. Die Giftzähne sind bei geschlossenem Maule meistens ganz in den Scheiden des Zahnfleisches versteckt. Die gewöhnlichen Zähne sind bei den Giftschlangen in der Regel weniger zahlreich und weit kleiner im Verhältnisse, als bei den giftlosen. Allen dienen sie nur zum Ergreifen ihrer Nahrung und als Widerhaken, welche eine lebendige, zappelnde Beute durch deren eigne Bewegungen in den Schlund fördern und somit das Schlingen unterstützen.

Das Skelett ist in vieler Beziehung merkwürdig. Zunächst ist die geringe Größe der Gehirnkapsel (Fig. 520), die dünne und lange Form der nur unvollständig vorhandenen Gesichtsknochen und deren lockere Verbindung, sowohl unter einander, als mit der Gehirnkapsel, auffallend. Das Zwischenkieferbein ist

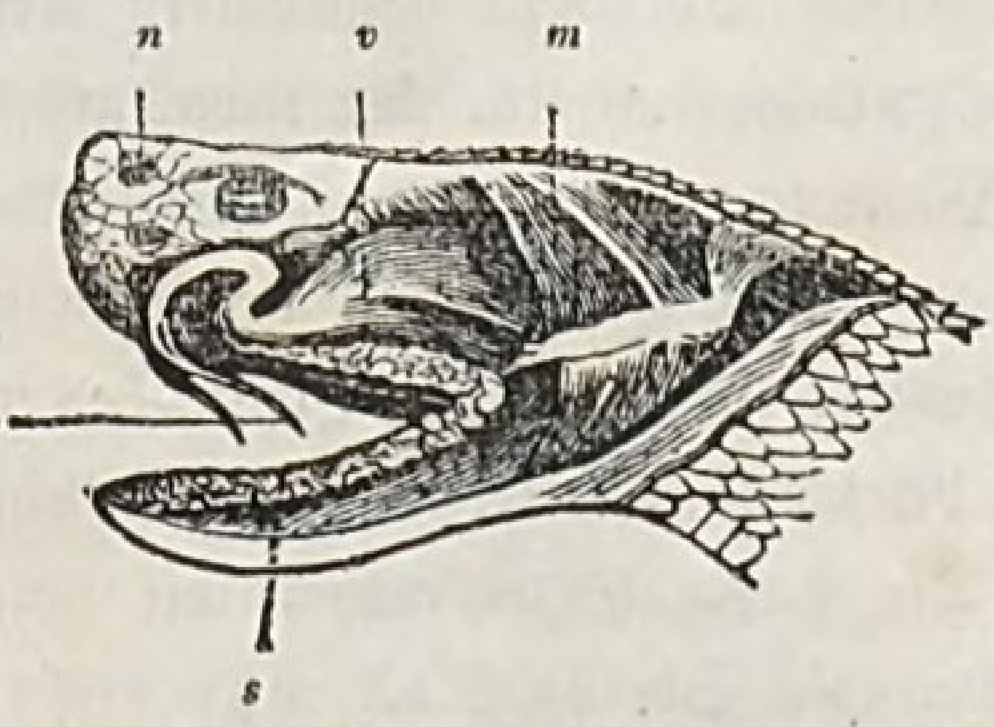


Fig. 519. Der Giftapparat der Klapperschlange. — *n* Nasenöffnung; *v* Giftdrüse; *m* Schläfemuskel; *c* Giftzähne; *s* Speicheldrüsen.

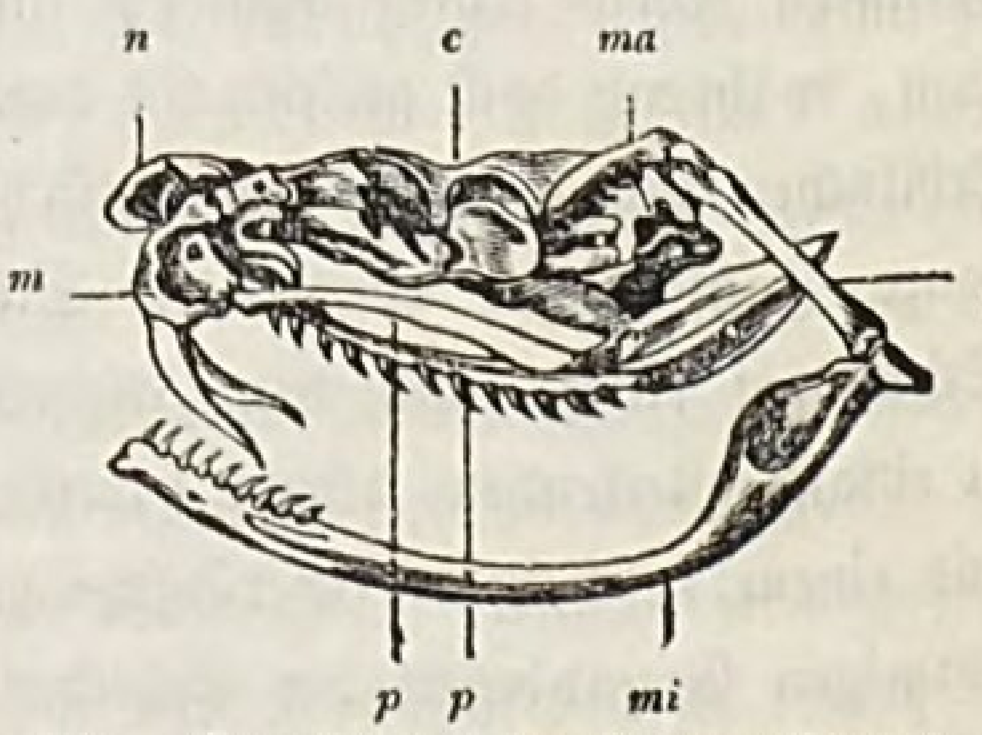


Fig. 520. Der Schädel der Klapperschlange. — *n* Nasenöffnung; *c* Gehirnkapsel; *ma* Zitzenfortsatz des Schläfenbeines; *t* Quadratbein; *m* Oberkiefer; *mi* Unterkiefer; *pp* Gaumenbein.

nur bei wenigen Schlangen, welche an einem engeren Maule zu erkennen sind (Engmäuler), fest zwischen den seitlichen Oberkieferbeinen eingefügt, meistens dagegen ganz von diesen getrennt und nur mit der Scheidewand (septum) der Nase verbunden. Die Oberkieferbeine selbst sind nur schmale Knochengräten, welche ihrerseits wieder nur bei den wenigen Engmäulern mit dem Schädel fest verwachsen, bei den allermeisten aber an denselben durch bewegliche Gelenke angefügt sind. So ist die ganze Oberkinnlade beweglich und sogar dehnbar. Auch die Gaumenbeine, welche ebenfalls nur schmale, zum Stützpunkte für die Gaumenzähne dienende, grätenartige Leisten und ganz von einander getrennt sind, nehmen an dieser Beweglichkeit Theil. Die Unterkinnlade der Schlangen ist noch beweglicher und dehnbarer als die obere. Nicht nur, daß die beiden Unterkiefer selber jeder aus vier, bei den giftlosen Arten sogar fünf Knochenstücken bestehen, sondern beide sind in der Mittellienie des Kinnes bei allen weitmäuligen Schlangen auch bloß durch ein ganz dehnbares, sehniges Band, und nur bei den engmäuligen so fest wie bei den meisten Eidechsen, vereinigt. Die Unterkieferäste fügen sich mit einem Gelenke an das stabförmige und zu der breiten Form des Hinterkopfes vorzüglich beitragende Quadratbein, welches seinerseits nicht allein selber beweglich ist, sondern sogar noch durch einen besonderen beweglichen Zwischenknochen (der dem unbeweglichen Zitzenfortsatze [processus mastoideus] des Schläfenbeines anderer Thiere entspricht) mit dem Schläfenbeine in Gelenkverbindung steht. Durch diese ganze Einrichtung vermögen die Ophidier ihren Rachen außerordendlich auszudehnen, wodurch sie im Stande sind, Thiere zu verschlingen, welche dicker sind als ihr eigener Kopf. — Die Wirbelsäule (Fig. 521) besteht aus einer sehr großen Zahl von Wirbeln, mitunter gegen dreihundert und selbst noch mehreren. Die Verbindung dieser Wirbel ist äußerst vollkommen in einander greifend, indem jeder auf seiner Vorderfläche eine tief kuglig ausgehöhlte Gelenkpfanne und auf der Hinterfläche einen kugelrunden Gelenkkopf besitzt. Hieraus erklärt sich die wunderbare Biegsamkeit des Rückgrates. Die Wirbeldornen sind nur niedrige Leisten. Einzig die beiden ersten Halswirbel (Atlas und Epistropheus) tragen weder Rippen noch rippenartige Querfortsätze. Rippenpaare sind in großer Anzahl vorhanden, bei der gemeinen Natter gegen dreihundert; dieselben sind sehr beweglich und weder an ein Brustbein, noch an untere Rippenbogen geheftet, sondern endigen frei in der Muskulatur des Bauches, welcher sie beim Kriechen als Stützpunkte dienen. Gegen den Schwanztheil nehmen die Rippen an Länge ab und an den letzten Wirbeln finden sich nur kurze rippenähnliche Querfortsätze. Ein Schultergerüst fehlt allen Schlangen gänzlich, dagegen besitzen manche Gattungen, auch mehre, welche äußerlich keine Beinstummeln haben, ein paar Knochen-

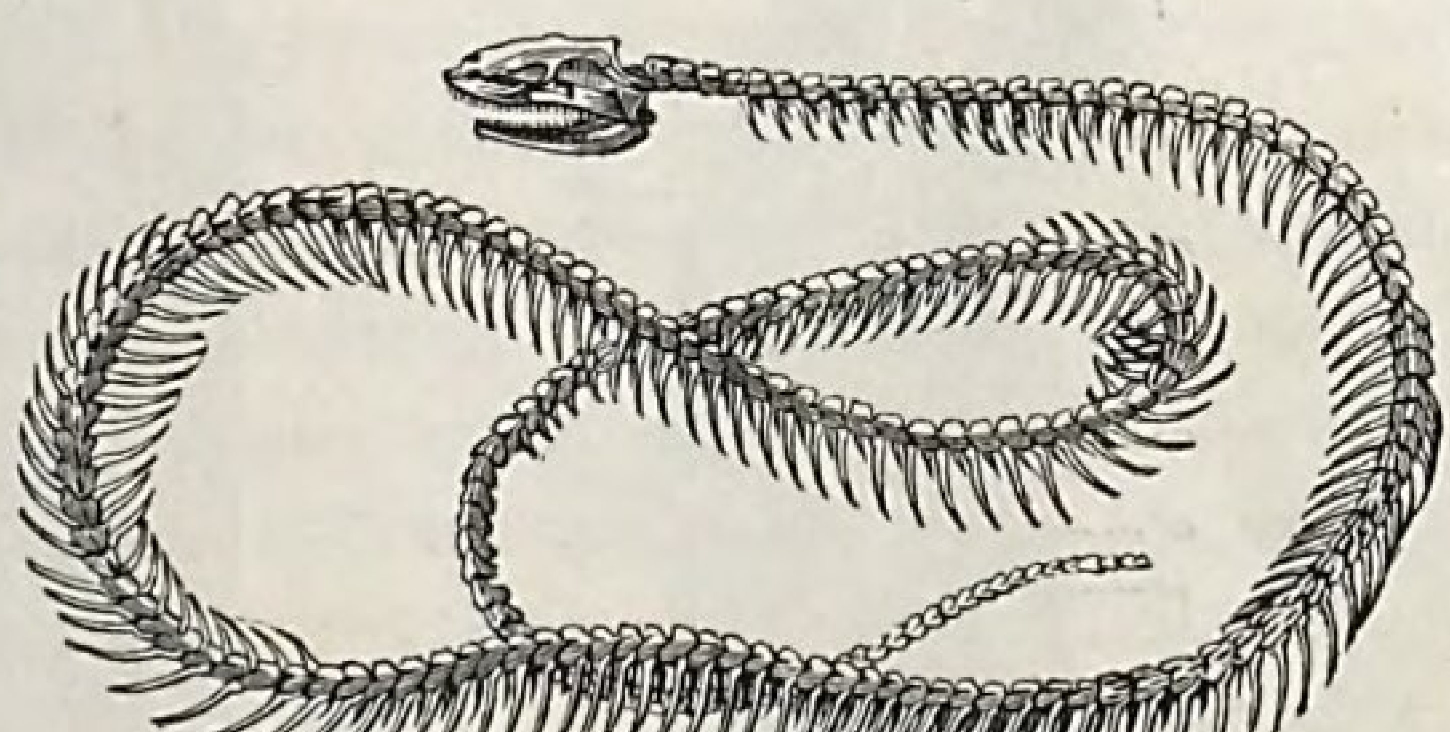


Fig. 521. Das Skelett der gemeinen Natter (Coluber natrix).

stückchen in der Muskulatur am Ende der Bauchhöhle, welche als eine Andeutung des Beckens angesehen werden können.

Von den Muskeln gilt im Allgemeinen dasselbe, was von den Muskeln der übrigen Schildertiere gesagt worden ist. Stark entwickelt sind die Seitenmuskeln und die Hautmuskeln des Bauches, deren wellenförmige Zusammenziehungen und Streckungen innerlich auf die Rippen, äußerlich auf die halbringförmigen schienenartigen Bauchschilder gestützt, die so rasche Fortbewegung dieser Thiere vermitteln. Im Angesichte ist ein Paar starker Muskeln vorhanden, durch welche die Oberkieferstücke eingezogen werden, so daß bei einem Bisse die rückwärtsliegenden Zähne dennoch gerade abwärts gerichtet sind.

Die Verdauungsorgane (Fig. 522) von Thieren so schlanker und gestreckter Form müssen nothwendig in mancher Beziehung eigenthümliche Verhältnisse zeigen. Von der Rachenhöhle bis zum After findet in der ganzen Länge des Darmes fast keine Verengerung oder Erweiterung statt; insbesondere ist der Rachen von der Speiseröhre durch keine erhebliche Schlundverengerung geschieden und anderer=

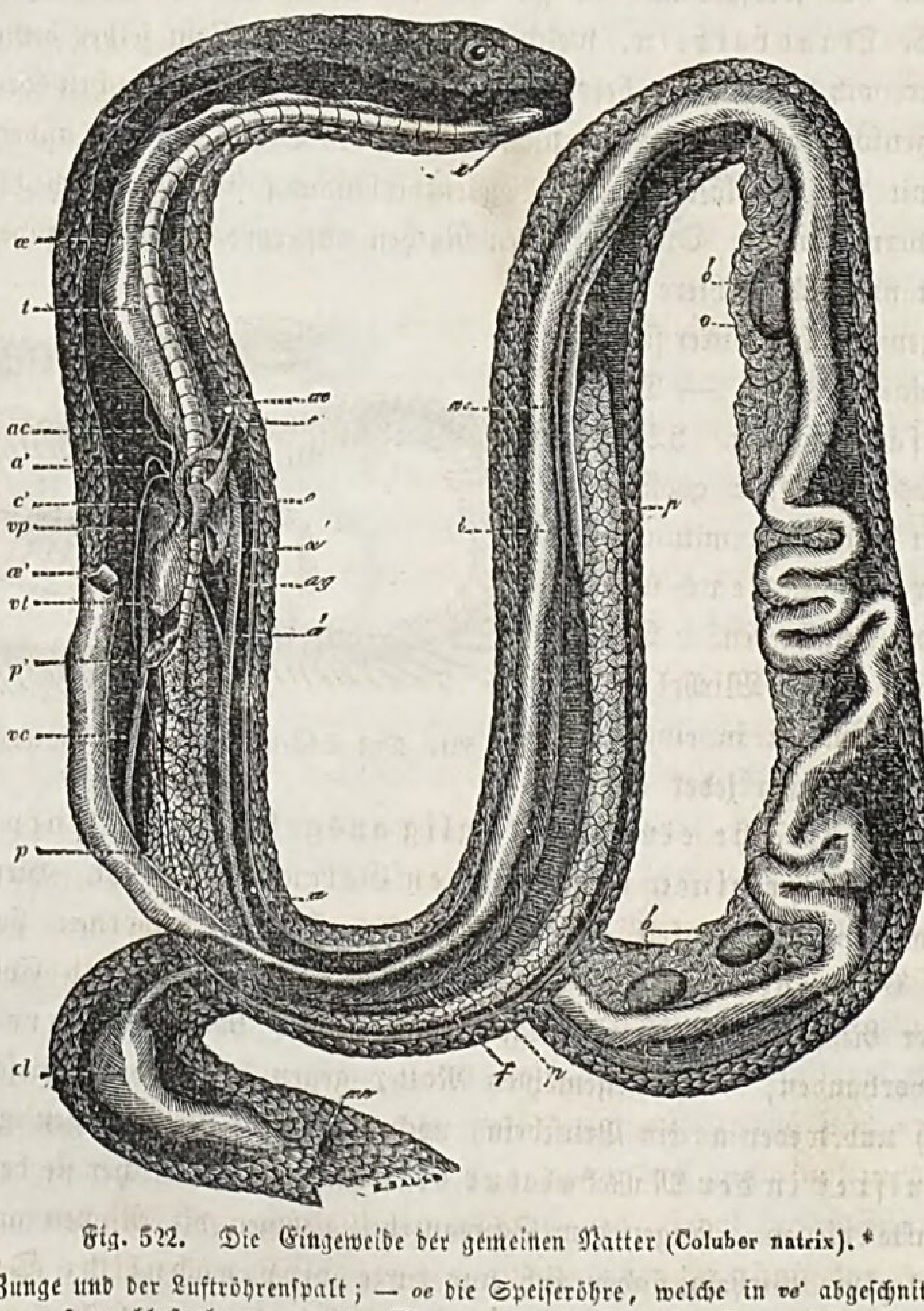


Fig. 522. Die Eingeweide der gemeinen Natter (Coluber natrix). *

— l die Zunge und der Luftröhrenspalt; — oe die Speiseröhre, welche in oe' abgeschnitten ist, um dadurch das Herz u. s. w. bloßzulegen; — i der Magen; — i' der Darmkanal; — cl der Kloak; an der After; f die Leber; — o der Eierstock; — o' die Eier; — t die Luftröhre; — p die Hauptlunge; — p' die kleine Lunge; — at die Herzkammer; — c der linke Vorhof des Herzens; — c' der rechte Vorhof; — ag die linke Aorta; — ad die rechte Aorta; — a' die Bauchaorta; — ac die Carotiden; — v die obere Hohlvene; — vc die untere Hohlvene; — vp die Lungenvene.

seits ist der Magen durchaus keine deutliche Erweiterung des Darmkanales; auch kann man den Dünndarm und Dickdarm nicht unterscheiden. Bei der Verdauung rücken die Speisen sehr langsam und allmählig durch den Körper hindurch, ja bei einer sehr großen Beute vergeht oft eine geraume Zeit, bevor dieselbe auch nur völlig durch den Rachen passirt, und bei der Dehnbarkeit aller Theile erkennt man dann noch längere Zeit äußerlich an der Auftreibung des Umfanges den Punkt im Körper, an welchem die verschlungene Beute sich befindet. Die Schlangen fressen einzig thierische Nahrung; die kleinsten nur Würmer, Insekten, auch wohl Mäuse und kleine Vögelchen, die größten dagegen Schafe, Ziegen, Antilopen und selbst noch größere Thiere. Sie pflegen solchen, in Ermangelung der Fähigkeit, sie zu zerreißen oder zu zerkauen, durch Umschlingungen mit ihrem Leibe die Knochen zu zerbrechen oder aus den Gelenken zu zwängen, um sie dann hinab würgen zu können, wobei reichlicher Speichel, welcher, sowie wahrscheinlich auch das Gift, die Verdauung befördert, das Hineingleiten begünstigen muß. Dann liegen die Thiere tagelang unbeweglich. Die Verdauung geht äußerst langsam von Statten, übereinstimmend mit dem Gange der Athmung und des Kreislaufes, welche ganz wie bei den Eidechsen eingerichtet sind. Die Form der Lungen ist dagegen hier sehr abweichend, indem die rechte Lunge so klein ist, daß man dieselbe fast gänzlich vermißt, während die andere sich lang in den Bauch hinab erstreckt (Fig 522). Kein Thier dieser Ordnung ist irgend einer Stimme fähig, die heftigere Ausstoßung der Luft im Zorn und in der Furcht veranlaßt höchstens ein zischendes oder fauchendes Geräusch.

Die Langsamkeit des Lebensprozesses macht es möglich, daß die Ophidier, welche sich wenig bewegen und welche so gering athmen, daß eine Natter unter einer Glasglocke im Verlauf von einer Stunde noch eine kaum nachweisbare Spur von Kohlensäure erzeugt, außerordentlich lange Zeit (manche in die Gefangenschaft 18 Monate lang) ohne Nahrung zu sich zu nehmen, fortleben können. Sie übertreffen in dieser Beziehung die Saurier und Schildkröten, mit welchen sie übrigens in Betreff ihres trägen Naturells und auch in Hinsicht des Winterschlafes in kälteren, sowie des Sommerschlafes in heißen Gegenden völlig übereinstimmen. So sind sie im stärksten Gegensatze zu den Vögeln, welche, stets beweglich, am meisten und stärksten athmen und bei Nahrungsmangel nach wenigen, meistens nach dreien Tagen sterben.

Auch die Aussonderungsorgane der Schlangen gleichen ganz denen der Eidechsen. Einer besondern Erwähnung verdienen jedoch die Giftdrüsen (Fig. 519), welche einzig bei gewissen Geschlechtern sich finden und nur eine besondre Art von Speicheldrüsen zu sein scheinen. Sie liegen sehr oberflächlich hinter und unter jedem Auge, sind länglich, mit einer weiten Höhle versehen und von einem starken Muskel umgeben und öffnen sich jede durch einen langen, an der äußeren Fläche des Oberkiefers verlaufenden Ausführungsgang vor dem Ende des genannten Knochens in eine häutige Scheide, welche den Eingang zum Kanale des Giftzahnes so umschließt, daß die aus dem Ausführungsgange tretende Flüssigkeit in diesen zu fließen genöthigt ist. Sobald die Giftschlange mit Heftigkeit den Rachen öffnet, drücken die Schläfemuskeln, indem sie sich spannen, auf die Drüse und veranlassen den Austritt eines Tröpfleins von dem tödtlichen Speichel. Die Beschaffenheit dieses letzteren und die

Art seiner inneren Wirkung ist noch nicht so genügend bekannt, daß die Heilkunst im Stande wäre, der letzteren mit Sicherheit zu begegnen. Das Blut aller warmblütigen und selbst mancher kaltblütigen Thiere wird durch die außerordentlich geringe Menge des Giftes, welche bei einem Bisse in die Wunde geräth, in seiner Beschaffenheit schnell verändert und in seinem Umlaufe aufgehalten. Starke Anschwellung des gebissenen Gliedes, welche sich mehr und mehr verbreitet, erfolgt rasch und bald hinterdrein der Tod. Schnelle Aussaugung des Blutes aus der Bißwunde vermittelst des Mundes (welche gefahrlos geschehen kann, da das Gift selbst im Magen nicht schädlich wirkt, sondern nur wenn es unmittelbar ins Blut geräth) oder mit Hülfe eines Schröpfkopfes, Ausschneiden der gebissenen Stelle, im Nothfalle eines ganzen Gliedes, sind die einzigen zuverlässigen Hülfsmittel, welche man Denen anrathen kann, welche das Unglück haben, gebissen zu werden. Auch unter den Schlangen unserer gemäßigten Länder gibt es giftige Arten. Der Biß einer Kreuzotter (Fig. 523) kann binnen einer Stunde den Tod bringen. Indessen sind die Giftschlangen in der heißen Jahreszeit, sowie in heißen Ländern gefährlicher, als in kalten, und durch mehre Bisse erschöpft sich der Giftvorrath auf eine Zeitlang ganz. Immerhin aber ist es ein Glück, daß diese gefährlichen Thiere nicht aus Beißlust beißen, sondern nur wenn sie gereizt, angegriffen oder erschreckt werden. Will man sie tödten, so thut man wohl, den Kopf zuerst zu treffen, eine Regel, welche auch der Bussard, der Igel und andre Thiere befolgen, denen die Giftschlangen nicht selten zur Nahrung dienen. Auch von Menschen werden übrigens giftige Schlangen in manchen Ländern eben so gut gegessen, wie die giftlosen.

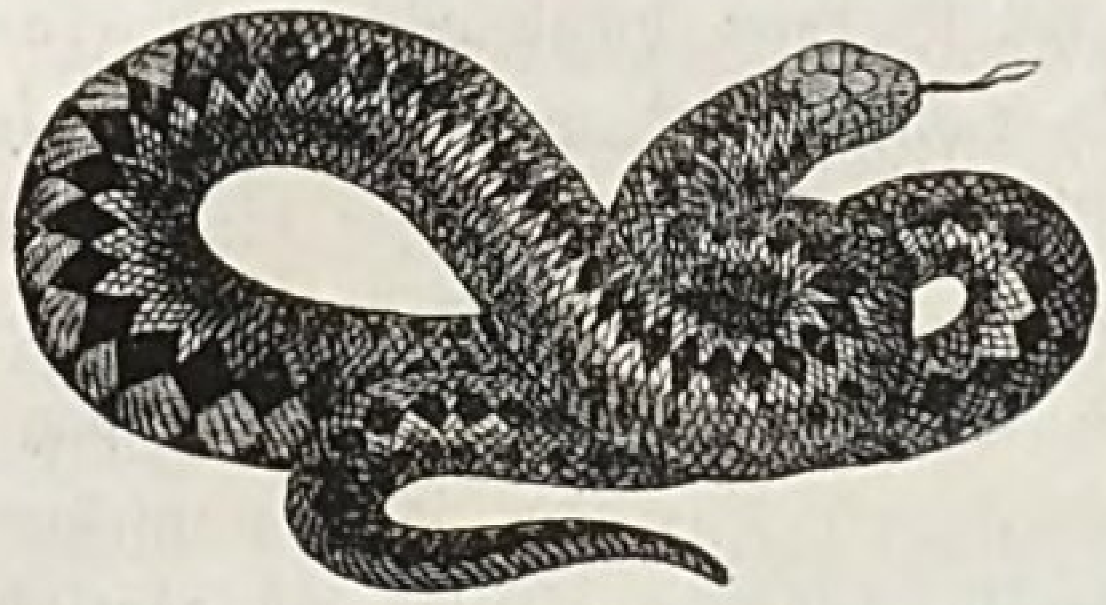


Fig. 523. Die Kreuzotter (Pelias berus). 1/3 d. nat. Gr.

Die Bildung des Gehirnes und der Nerven ist so wie bei den übrigen Schilderthieren beschaffen. Von den Sinnesorganen zeichnen sich die Augen aus, welche, weil Augenlider gänzlich fehlen, nie geschlossen werden können, äußerst schön und glänzend und in ihrer Einrichtung denen der Vögel ähnlich sind, nur daß der Fächerkamm fehlt. Sehr kleine Augen haben gewisse engmäulige Schlangen, welche man Blödaugen (Typhlinen) zu nennen pflegt. Unter den bei uns einheimischen Gattungen haben die unschädlichen Nattern (Coluber) runde Pupillen, die giftigen Ottern (Pelias, Vipera etc.) aber, ähnlich wie die Katzen, senkrecht gestellte. — Bei dem Gehörssinne ist der Mangel des Trommelfelles, von welchem oft keine Spur zu finden ist, auffallend. — Die Zunge dient diesen Thieren, wie solches auch bei vielen Eidechsen der Fall ist, nicht als Geschmacks-, sondern als Tastorgan. Dieselbe ist stets mehr oder weniger tief gespalten (Fig. 523) und lang ausstreckbar, wird aber im Maule in eine häutige Scheide zurückgezogen.

Die Ophidier legen zur Zeit 10 bis 50 Eier mit pergamentartiger Schale in den Sand, in Düngerhaufen oder in Erdlöcher. Meistens hangen sie alle durch einen hautigen Strang zusammen, wie eine Perlschnur. Obgleich bei keinem kaltblütigen Thiere ein eigentliches Bebrüten der Eier vorkommt, so behauptet man doch von der Pythonriesenschlange Indiens, daß dieselbe in zusammengerollter Lage ihre Eier behüte, ja sogar, daß dieses Thier alsdann eine starke Körperwärme entwickle,

welche bis auf 40° steigen soll. Sicherer ist eine andere Merkwürdigkeit, daß nämlich viele Schlangen ihre Eier so lange in sich behalten, bis die Jungen ausbrechen, so daß diese also lebendig geboren werden. Bei den Ottern ist diese Abweichung sogar regelmäßig; bei andern Gattungen, z. B. Nattern, soll die Vorenthaltung des Wassers dieselbe verursachen können. Uebrigens beobachtet man ein Gleiches bei manchen Eidechsen in der Gefangenschaft, und hier geschieht diese Zurückhaltung der Eier vermuthlich weil den Thieren ein genügend sicherer und geeigneter Ort zum Eierlegen fehlt.

Die Entwicklung des Embryo im Ei geht ganz in ähnlicher Weise vor sich, wie bei den Sauriern, den Schildkröten und selbst den Vögeln. Ja der Embryo einer Schlange ist in den ersten Tagen seiner Entwicklung durchaus nicht in einer für unsre Sinne wahrnehmbaren Weise von dem Embryo eines Vogels verschieden. Doch tritt die Verschiedenheit bald hervor und nimmt mit fortschreitender Ausbildung schnell überhand.

Die meisten Schlangen leben am Boden, doch auch viele auf Bäumen, welche sie umschlingen, andre aber halten sich im Wasser der Flüsse oder auch des Meeres auf. Ihre Verbreitung gleicht derjenigen der Eidechsen: es gibt keine solche in kalten, wenige und kleine in gemäßigten, viele und theilweise sehr große in heißen Gegenden der Erde. In den primären und sekundären Perioden der Schöpfung scheint es keine Schlangen gegeben zu haben, denn nie hat man in Bodenschichten, welche vor der Tertiärzeit gebildet sind, eine Spur derselben gefunden. Dagegen sind ihre Ueberreste ziemlich häufig in den Tertiärschichten sowie in allen neueren Ablagerungen.

Vierte Ordnung.

Die fischartigen Schilderthiere. Piscina.

(Ganoiden und Plakoiden).

Als vierte Ordnung der Schilderthiere würden hier diejenigen mit Schildern versehenen Geschöpfe aufzuführen sein, welche gewöhnlich wegen der Einrichtung ihrer Athmungsorgane, sowie ihres Kreislaufes, zu den Fischen (Fig. 524 und 525) gerechnet werden, welche aber die wichtigsten Merkmale mit den übrigen Schilderthieren gemein haben, und sich ebenso wesentlich von den übrigen Fischen unterscheiden, wenn gleich ihr Bau, wie bei diesen, völlig für das Wasser eingerichtet ist.

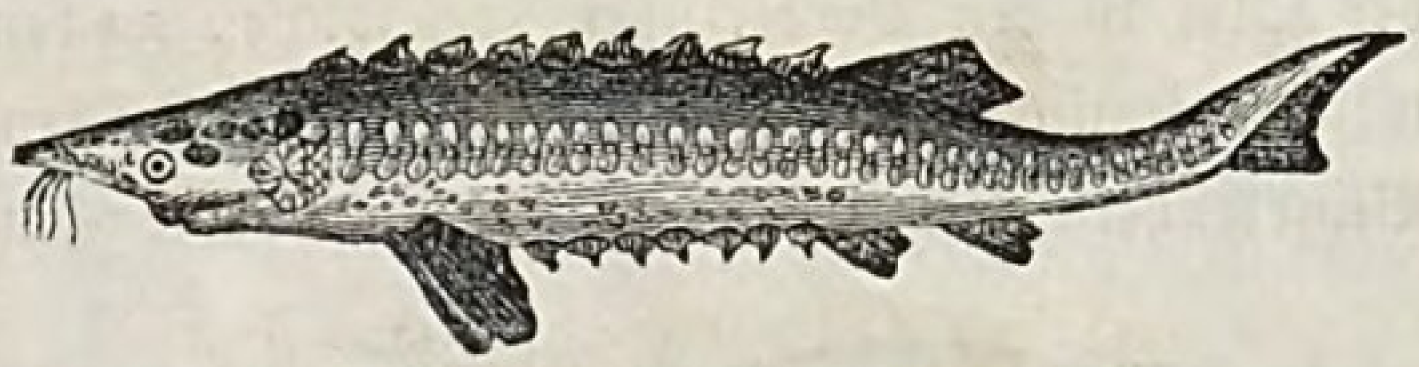


Fig. 524. Der Stör (Accipenser sturio). $^1/_{50}$ d. nat. Gr.

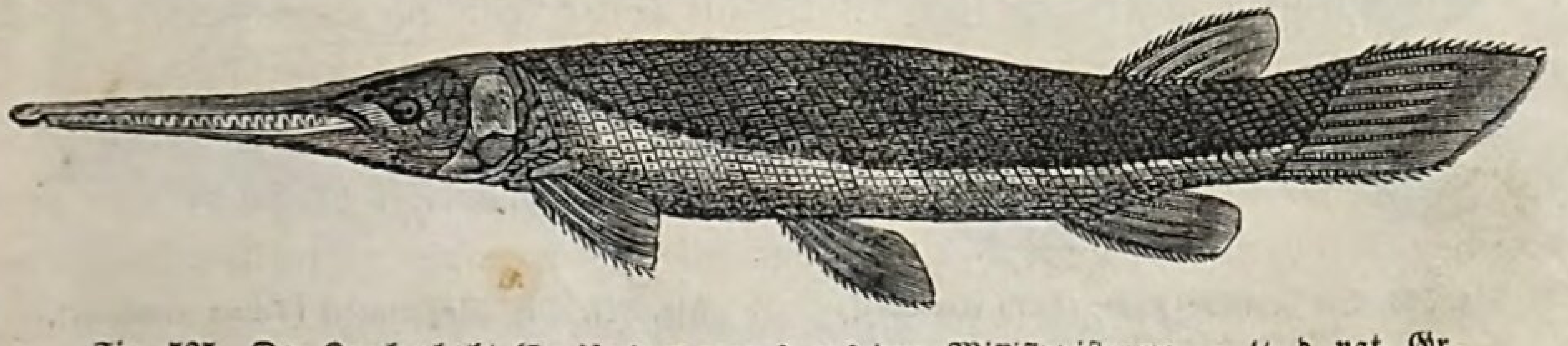


Fig. 525. Der Knochenhecht (Lepidosteus osseus) aus dem Missisippistrome. — $^1/_8$ d. nat. Gr.

Theils weil diejenigen Auszeichnungen der Organisation, in welchen die fischartigen Schilderthiere mit den eigentlichen Fischen übereinstimmen, erst nach der Betrachtung der letzteren Klasse völlig gewürdigt werden können, theils aber aus andern besondern Gründen, welche an ihrem Orte Erwähnung finden sollen, versetzen wir die weiteren Erörterungen über diese Ordnung an das Ende des von den Fischen handelnden Kapitels. —

IV. Klasse. Nackte Thiere oder Lurche (Batrachier).

Uebersicht der Nackthäuter.

1. Familie. Ungeschwänzte. Anura.
2. Familie. Geschwänzte. Urodela.
3. Familie. Schlangenförmige. Serpentina.

Die Frösche und Kröten, Salamander und Molche, sowie manche andre ihnen nahe verwandte Thiere entbehren jeglicher Art von eigenthümlichen Hautbedeckungen. Das lockere Gewebe ihrer Lederhaut ist mit einer nie vertrocknenden, sondern vielmehr stets schleimigen Oberhaut bekleidet. In den übrigen Theilen ihrer Organisation gleichen diese Geschöpfe, welche Nackthäuter, Froschthiere oder Batrachier (Batrachia) genannt werden, den Schilderthieren in vieler Beziehung, jedoch nicht alle in gleichem Grade. Der äußeren Form nach stimmen die kurzen, meistens dicken, schwanzlosen Frösche und Kröten (Fig. 526) mit den Schildkröten einigermaßen überein, während die geschwänzten Salamander und Molche (Fig. 527) den gewöhnlichen Eidechsen, der Olm (Fig. 530) und die Sirenen den schlangenförmigen Sauriern äußerst ähnlich sind. Die Blindwühlen oder Coecilien ahmen ganz die Form der Ophidier nach. Während die Frösche und Kröten, sowie die Salamander und die meisten Molche vier Beine besitzen, von denen die vorderen vierzehige, die hinteren fünfzehige wohlausgebildete Füße tragen, sind diese Gliedmaßen bei den übrigen Nackthäutern mehr oder weniger verkümmert. Der Kolbenmolch oder Axolotl (Fig. 528) in Mexico hat schon sehr unvollkommene Zehen, der Aalmolch (Amphiuma tridactylum) nur drei Stummeln an jedem Fuße, der Olm an den Vorderfüßen drei solche, an den hinteren gar nur zwei; den Sirenen, welche ziemlich ausgebildete Vorderfüße besitzen, fehlen die Hintergliedmaßen, den Blindwühlen alle Gliedmaßen völlig. Die Haut aller Batrachier ist runzlich, bei



Fig. 526. Die gemeine Kröte (Bufo cinereus). 2/3 d. nat. Gr.

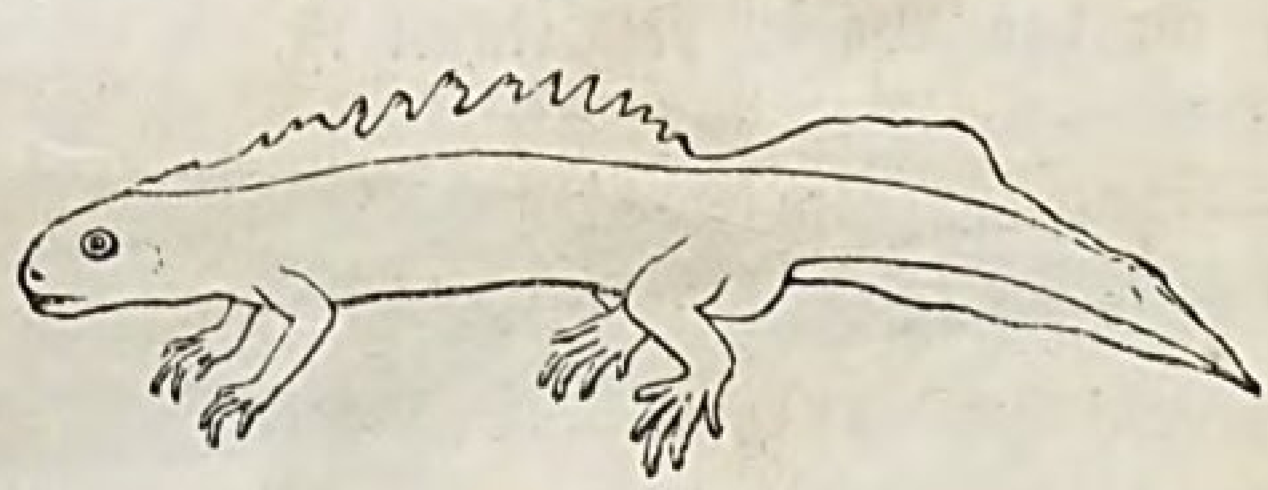


Fig. 527. Der Wassermolch (Triton taeniatus). 2/3 d. nat. Gr.

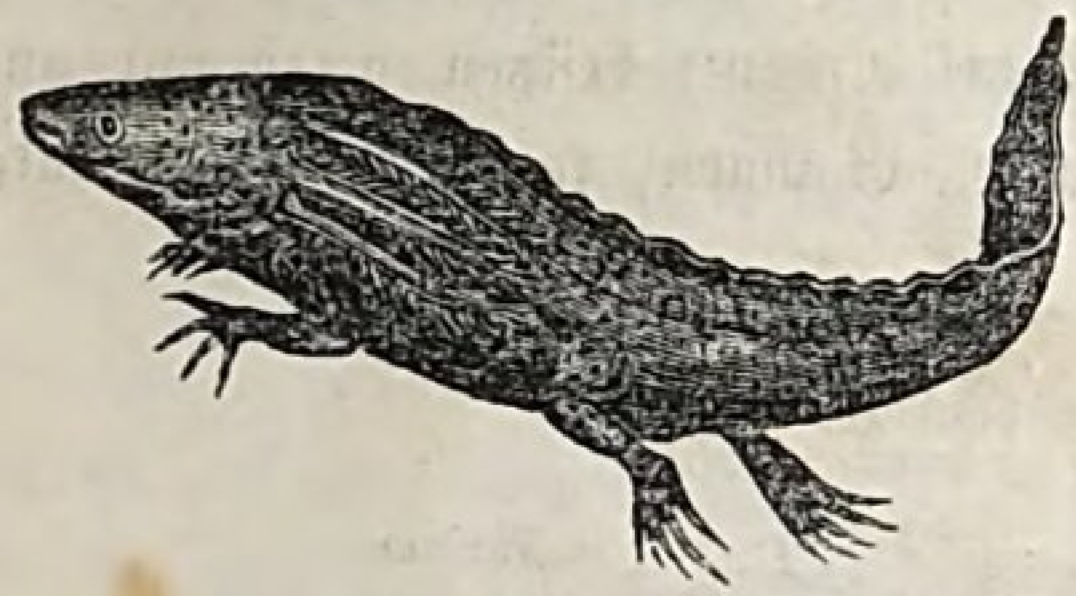


Fig. 528. Der Axolotl (Stegoporus mexicanus). ¼ d. nat. Gr.



Fig. 529. Der Laubfrosch (Hyla arborea). Nat. Gr.

Kröten und Unken völlig warzig, durch eine Menge unter derselben liegender Drüsen. So sehr aber fehlen derselben jegliche eigenthümliche Bedeckungsbildungen, daß kein nacktes Thier auch nur Nägel auf den Zehenspitzen trägt, mit alleiniger unvollkommener Ausnahme des sogenannten Nagelfrosches (Xenopus). Dagegen finden sich mancherlei anderweitige durch die Haut gebildete Organe bei dieser Klasse. Die Laubfrösche (Fig. 529) haben unter den Zehenspitzen scheibenförmig ausgebreitete Polsterchen, mit deren Hülfe dieselben sich an glatten Gegenständen, besonders an Blättern, so anzudrücken vermögen, daß sie nicht herabfallen. Weil diese Polsterchen sich gleichsam festsaugen, indem sie die Luft völlig unter sich wegdrücken und indem sie, durch die Last des hangenden Thieres in ihrer Mitte hohl eingezogen, einen kleinen luftleeren Raum unter sich bilden, so nennt man dieselben Saugscheiben oder Saugnäpfchen. Frösche und Kröten sind mit mehr oder weniger vollständigen Schwimmhäuten zwischen den Zehen der Hinterfüße versehen. Die Wassermolche (Fig. 527) haben einen breiten senkrechten Hautsaum, den sogenannten Finnenkamm, welcher sich vom Nacken über den Rücken bis zum Schwanzende und auch auf der Unterseite des Schwanzes von der Spitze bis zum After erstreckt und welcher denselben zum Rudern dient, wie die Finnen den Fischen. Bei der Pipakröte entstehen zu gewissen Zeiten zellenartige oder wabenähnliche Hautauswüchse auf dem ganzen Rücken, innerhalb deren die Eier und die Jungen dieser Thiere sich aufhalten. — Die Färbung mancher Batrachier ist düster und häßlich; andere dagegen sind mit den lebhaftesten und mannigfaltigsten, jedoch meistens grell und scharf von einander abstechenden Farben gezeichnet, meistens die Männchen und Weibchen ziemlich verschieden. — Die schleimige Oberhaut wird von Zeit zu Zeit fetzenweise abgeworfen und jede solche Häutung ist mit einem gewissen Wechsel der Farbe verbunden. So ist unser schön smaragdgrüner Laubfrosch unmittelbar nach jeder Häutung bräunlich und gewinnt erst allmählig die rechte Färbung wieder. Die Haut des Olmes (Fig. 530), welcher unterirdisch zu leben pflegt, ist ganz farblos und klar, färbt sich aber am Tageslichte in kurzer Zeit blauschwarz.

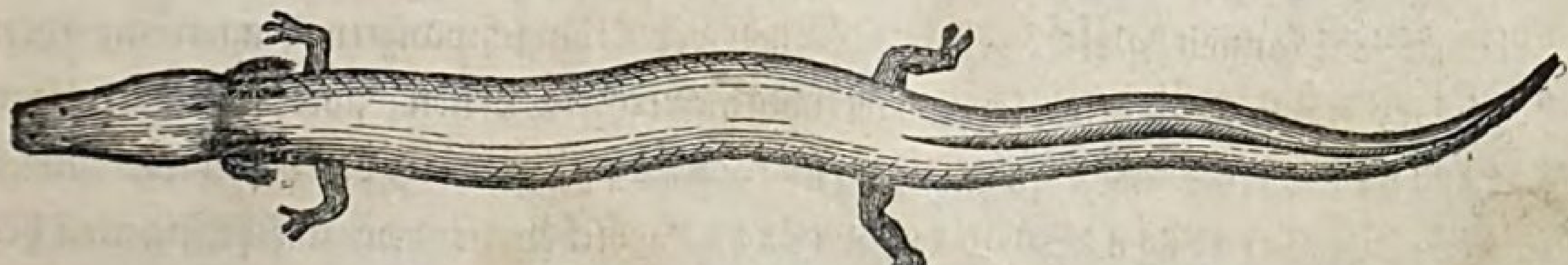


Fig. 530. Der Olm (Proteus anguineus). — ⅙ d. nat. Gr.

Die Zähne der Nackthäuter sind sehr unbedeutend, äußerst kurz und pfriemenförmig oder borstenartig. Die Molche und Salamander sind sowohl auf dem Unter- und Oberkieferrande als auch am Gaumen mit solchen versehen, die Frösche und manche Kröten, z. B. die Unke (Bombinator igneus) besitzen deren nur am Oberkiefer und Gaumen, die meisten Kröten nur am Gaumen, ja die Pipakröte entbehrt der Zähne gänzlich.

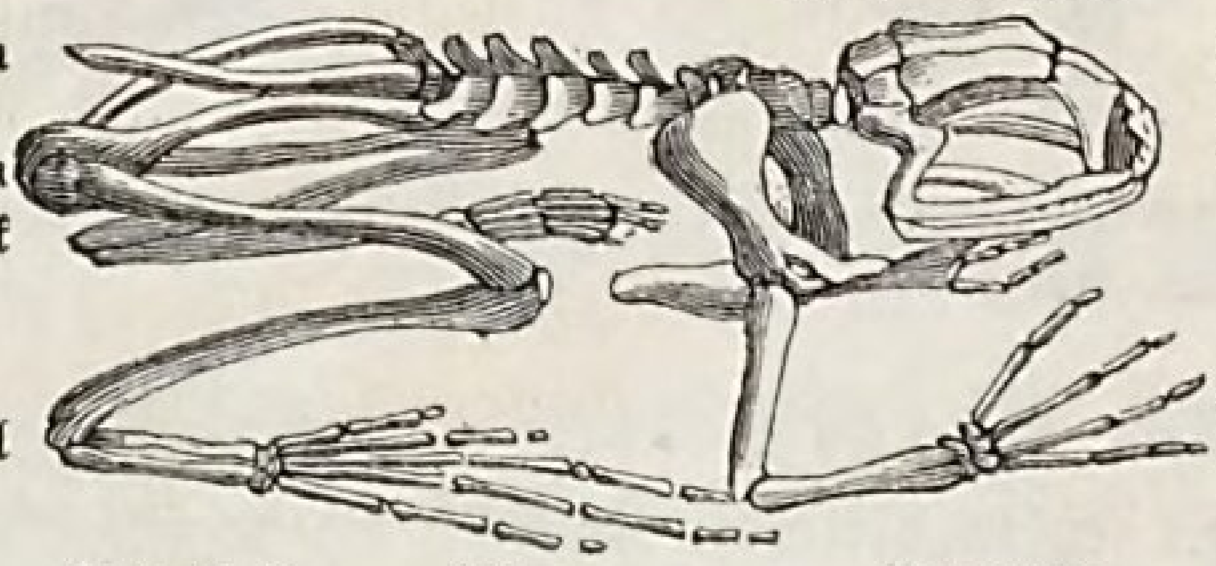


Fig. 531. Das Skelett des Frosches von der Seite.

Das Skelett (Fig. 531) ist sehr unvollständig und durch viele Eigenthümlichkeiten von dem Knochenbau der übrigen Wirbelthiere verschieden. Die einzelnen Familien, in welche man diese Klasse eintheilt, haben wieder unter sich bedeutende Unterschiede in dieser Beziehung. Der Schädel ist so geformt, daß die Hirnkapsel eine längliche, großentheils nur knorpelige Röhre darstellt, an welche sich vorn die Gaumenknochen, sowie die Nasenbeine anschließen, während die Kiefer in Form halbkreisförmiger Bogen dieselbe umgeben, und sich nur einestheils vermittelst des Zwischenkieferstückes innig an die Nasenbeine heften, anderntheils durch die Unterkiefer mit dem stark seitwärts ausgedehnten Quadratknochen in Gelenkverbindung stehen. Die Oberkieferbeine sind sehr lang und dünn und bei den ungeschwänzten Nackthäutern noch durch eine besondere Knochenleiste, das Quadratjochbein (os quadrato - jugale) mit dem Quadratbeine verbunden. Die Unterkiefer sind theilweise knorpelig; beide Hälften bestehen aus mehren, aber innig verwachsenden Stücken, und sind selber in der Mittellinie zwar fest verbunden, aber nie völlig vereinigt. Bei den Sirenen sind die Oberkiefer unvollständig und bei dem Olme (Fig. 530) fehlen sie ganz. Das Quadratbein ist mit dem Felsbeine beweglich verbunden. Da am Hinterhaupte nur zwei seitliche Knochenstücke (ossa occipitalia lateralia) entwickelt sind und diese somit das Gelenk für die Wirbelsäule bilden müssen, so besteht letzteres aus zwei Gelenkhöckern. Die Wirbelsäule der Ungeschwänzten besteht nur aus neun, oft sogar noch theilweise zusammengewachsenen, Wirbelknochen, welche vorn vertieft, hinten gewölbt sind. Nur bei der Pipakröte findet in dieser Beziehung das umgekehrte Verhältniß statt, welches bei den Geschwänzten die Regel ist. Die Letzteren besitzen eine große Zahl von Wirbeln, die Salamander 40 und andre kommen hierin zum Theil den Schlangen gleich. Die Wirbel der Ungeschwänzten tragen an ihrem Bogenstücke vier starke Gelenkfortsätze, geringe aufrechte Dornen, aber sehr verlängerte Querfortsätze, welche an dem einzigen Kreuzbeinwirbel besonders ausgezeichnet sind. Der einzige Schwanzwirbel, welcher in dem abschüssigen Theile des Rückens der in Rede stehenden Thiere liegt, ist ein schlichter stabförmiger

Röhrenknochen, welcher an Länge alle übrigen 8 Wirbel fast übertrifft. Bei den Geschwänzten sind die Querfortsätze der Wirbel geringer. Dafür tragen diese hier zum Theil aber Stummeln von Rippen, welche bei den Ungeschwänzten stets völlig fehlen. Das Schultergerüst stellt bei letzteren einen ziemlich breiten knorpeligen Gürtel dar, welcher sich auf dem Rücken, wo er offen ist, mit seinen beiden Enden an die Wirbelsäule legt und in welchem man jederseits drei Verknöcherungen, das Schulterblatt, das Schlüsselbein und das Rabenschnabelbein, wohl erkennt. Das Knorpelstückchen in der Mittellinie der Brust, an welches sich die beiden letzteren Knochen anfügen, bildet einen mehr oder weniger langen Streifen und deutet das Brustbein an. Bei den Geschwänzten sind die Verknöcheruungen des Schultergerüstes meistens noch unvollkommener. Das Beckengerüste der Frösche und Kröten besteht aus sehr langen leistenförmigen Hüftbeinen, welche mit den Querfortsätzen des Kreuzbeinwirbels in beweglicher Verbindung stehen, und aus kurzen und breiten einerseits mit dem hintern Ende der Hüftbeine, andererseits unter sich zu einem theilweise knorpligen, scheibenförmig ausgebreiteten Schoßbogen verbundenen Sitz- und Schoßbeinen. Bei den Geschlechtern der Salamander und Molche geschieht die Verbindung der Hüftbeine mit den Querfortsätzen der Kreuzbeinwirbel durch Vermittlung eines rippenstummelartigen Fortsatzes. Vor dem breiten Schoßbogen besitzen diese letzteren Thiere in der Muskulatur des Bauches einen eigenthümlichen, bei den Salamandern Yförmig gespaltenen Knochen, welcher uns an die Beutelknochen der australischen Haarthiere erinnern muß. Das Beckengerüst des Olmes bleibt ganz knorplig, und bei den Sirenen ist keine Spur eines solchen vorhanden. Aehnliche Abstufungen der Unvollkommenheit bieten auch die Knochen der Vorder- und Hintergliedmaßen dar. Bei den Ungeschwänzten sind die Unterarmknochen und die Unterschenkelknochen vereinigt, aber eine Längsfurche deutet äußerlich, sowie eine doppelte Markröhre innerlich, theilweise die eigentliche Trennung der Elle und Spindel, der Schiene und Fessel an. An den Vorderhänden besitzt diese Gruppe der Nackthäuter außer den vier vollständigen Zehen oft noch innerlich einen Daumenstummel. Sehr eigenthümlich ist bei den Hintergliedmaßen derselben die Bildung der Fußwurzelknochen, welche aus zwei vor einanderliegenden Reihen bestehen, deren vorderste aus fünf kurzen Knöchelchen, deren hintere aber, die an den Unterschenkel sich anfügt, aus zwei sehr langen und an beiden Enden mit einander verwachsenen Stäben gebildet ist. — Bei fast allen Batrachiern, besonders aber bei den Geschwänzten, steht das Zungenbein, welches aus einem oder mehren Knochenstückchen zu bestehen pflegt, in Verbindung nicht nur mit einem Paare knorpliger Zungenbeinhörner, welche bogenförmig gestaltet sind und sich an den hinteren Theil des Schädels anfügen, sondern es finden sich solcher Bogen mehre Paare hinter einander und diese sind uns von besonderer Wichtigkeit, weil sie bei der Athmung vieler dieser Thiere, wenigstens während eines Theiles der Lebenszeit, eine ebenso bedeutende Rolle spielen, als bei den Fischen. Uebrigens sind Spuren ähnlicher Bogen auch bei einigen Eidechsen vorhanden.

Die Muskulatur stimmt in der Beschaffenheit des Fleisches und in den allgemeinen Verhältnissen ziemlich mit derjenigen der Schilderthiere überein, doch ist bei vielen, zumal den Geschwänzten, und im ausgezeichnetsten Grade bei den Sirenen,

die Aehnlichkeit mit der Muskulatur der Fische noch vollkommener, indem wie bei diesen die Muskeln längs der Seiten des Körpers sich zu einer großen Muskelmasse vereinigen. Bei fast allen Nackthäutern sind Hautmuskeln ziemlich ausgebildet. Stets fehlt das Zwerchfell. Die Zunge dient den meistens besonders den Ungeschwänzten als ein Fangwerkzeug eigener Art, indem diese Muskelmasse nicht hinten im Schlunde, sondern vorn am Kieferrande angewachsen, hinten dagegen frei ist, so daß sie wie eine Klappe herausgeschlagen werden kann, um Insekten damit hereinzuhaschen.

Die Verdauungsorgane zeigen keine außerordentliche Eigenthümlichkeiten. Die Nahrung dieser Geschöpfe besteht zwar theilweise wohl in Fischlaich, so daß dieselben durch Vernichtung der Fischbrut schädlich werden, allein meistens doch und hauptsächlich in Würmern und Insekten, durch deren Vertilgung sie im Haushalte der Natur eine wichtige Rolle spielen. Man benutzt aus diesem Grunde mitunter Kröten in Treibhäuser zur besten Abhülfe gegen die Vermehrung von Mücken, Fliegen u. s. w. Die Schenkel der Frösche werden in manchen Gegenden in großer Menge gegessen. —

Von den Absonderungsorganen sind die Schleimdrüsen der Haut bemerkenswerth, deren Erzeugniß bei manchen Gattungen ein milchartiges Aussehen hat und die Ursache vieler Fabeln über die Giftigkeit und sogar Zauberkraft dieser durchaus unschädlichen, freilich aber großentheils häßlichen und widerlichen, Geschöpfe geworden ist. Bei mehren Geschlechtern stehen besonders am Hinterkopfe zwei starke Drüsen, die sogenannten Ohrdrüsen.

Alle Batrachier athmen vermittelst einer zweifachen Lunge, deren beide Hälften ganz gleichmäßig sind. Da ihnen Rippen fehlen so geschieht die Einathmung, wie bei den Schildkröten, durch das Schlucken, wobei die Luft durch die mit Klappenventilchen versehenen Nasenlöcher, welche am Vorderende des Kopfes stehen, eingezogen wird. Das Aushauchen geschieht mit Beihülfe der Bauchmuskeln; durchschneidet man diese, so hört das Athmen auf, und ebenso muß das Thier ersticken, wenn man ihm das Maul aufgesperrt hält; denn dann entweicht die Luft vor der schluckenden Bewegung der Kehle. Das Athmen der nackten Thiere geschieht indessen nur theilweise durch die Lungen. Diese letzteren sind sehr einfach,

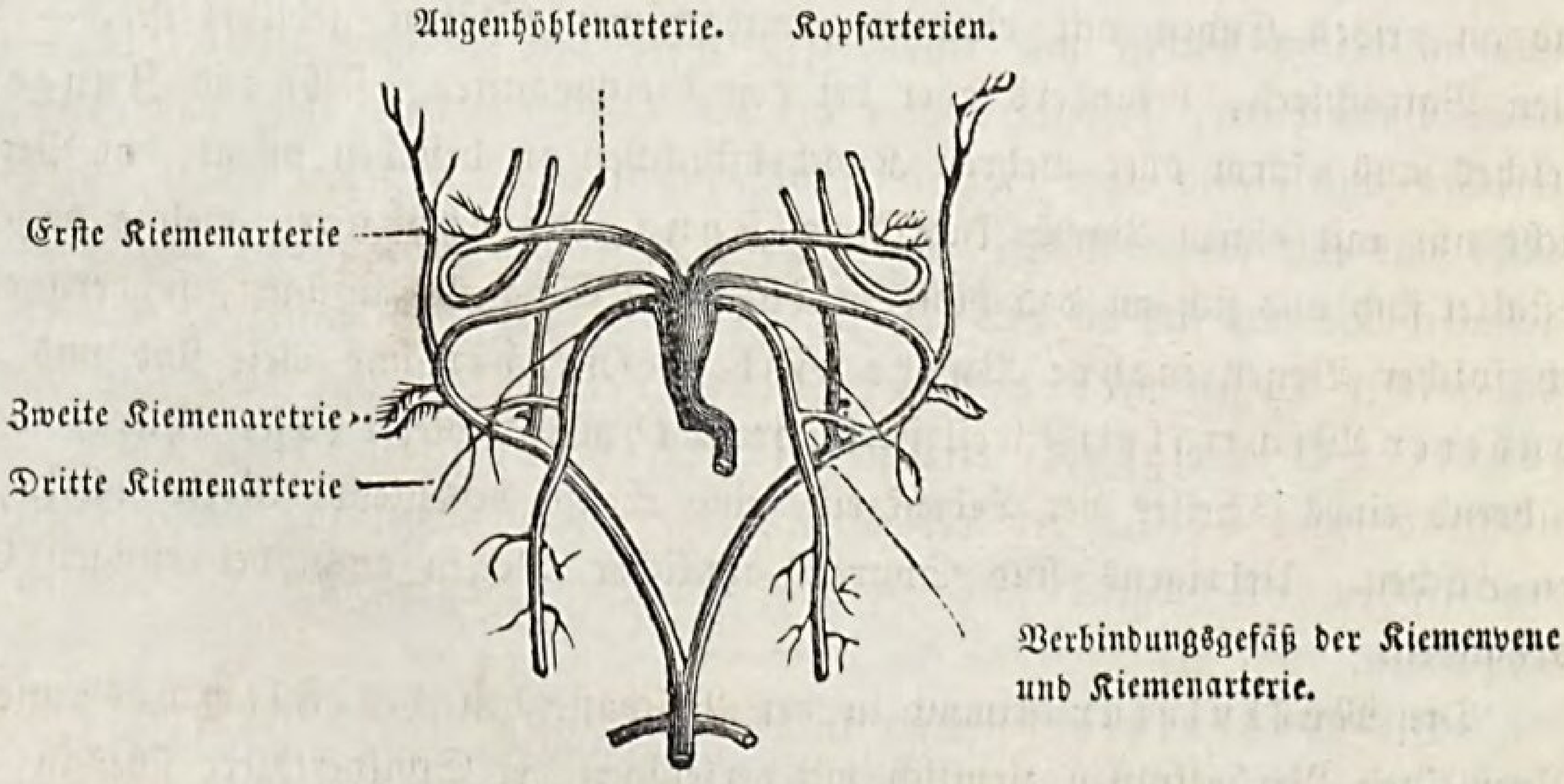


Fig. 532. Die Aorta mit den Hauptarterien des Frosches.

fast ohne Zellen und erhalten das Blut vom Herzen nur durch zwei keineswegs bedeutende Aderzweige der aus dem Herzen entspringenden Aorta (Fig. 532), welche in der Brust einen kurzen und dicken Schlauch bildet und an einem gemeinsamen Punkte sich in sechs Aeste theilt, von denen die zwei mittleren nach einer Seitenschlingung zum Kopfe und zu dem Vordertheile des Rumpfes laufen, während die zwei nächsten nach einer ähnlichen Seitenschlingung sich hinter dem Herzen zur Hauptarterie des Körpers (Bauchaorta) vereinigen. Die beiden äußersten Aeste der Aorta sind die Lungenarterien. Das Herz besteht nur aus einer Vorkammer und einer Kammer, von denen die erstere das Blut durch mehre Hohladerstämme aus dem Körper und aus den Lungen zugleich aufnimmt, während von der zweiten der Aortenschlauch entspringt. Der Vorhof liegt stets vor und über der Herzkammer. Bei der Pipakröte ist die Herzkammer, fast wie bei einer Schildkröte, einigermaßen durch eine unvollständige Scheidewand in zwei Hälften getheilt. — Wir haben vorhin erwähnt, daß die Nackthäuter ihre Athmung nur theilweise durch die Lungen vermitteln, die allgemeine Hautbekleidung des Körpers verrichtet dieselbe zum übrigen Theile. In einem gewissen Grade ist dieses auch beim Menschen der Fall, weßhalb ein Mensch, welcher sich die Haut luftdicht firnissen würde, oder ein solcher, welcher das Unglück hat, sich einen großen Theil der Haut durch Verbrennung zu beschädigen, der Gefahr einer Lungenentzündung ebenso wohl ausgesetzt ist, als ein luftdicht gefirnißter Frosch. Jedoch besitzen alle Nackthäuter im jugendlichen Zustande und die Kolbenmolche, Olme und Sirenen das ganze Leben hindurch zu beiden Seiten des Halses neben dem Hinterkopfe eigenthümliche, zum Zwecke der Athmung bestimmte Hautgebilde, welche aus büschelförmigen oder federartig zerschlitzten Fransen äußerst zarten Gewebes bestehen und Kiemen genannt werden. Dieselben heften sich an die mit dem Zungenbeine in Verbindung stehenden drei oder vier Paare von Knorpelbögen und jede Kieme empfängt von einem der aus dem Aortaschlauche entspringenden Arterienäste eine Arterie (Kiemenarterie), welche sich in ihr außerordentlich fein verzweigt, während eine aus der Vereinigung anderer ebenso feiner Gefäße entspringende Vene (Kiemenvene) das durch Athmung erfrischte Blut wieder aus der Kieme sammelt und theils zur Kopf-, theils zur Hauptkörperarterie zurückführt. Bei den jungen Batrachiern ist die Athmung durch die Kiemen die einzige, indem diese Thiere in der ersten Zeit ihres Lebens noch gar keine Lungen

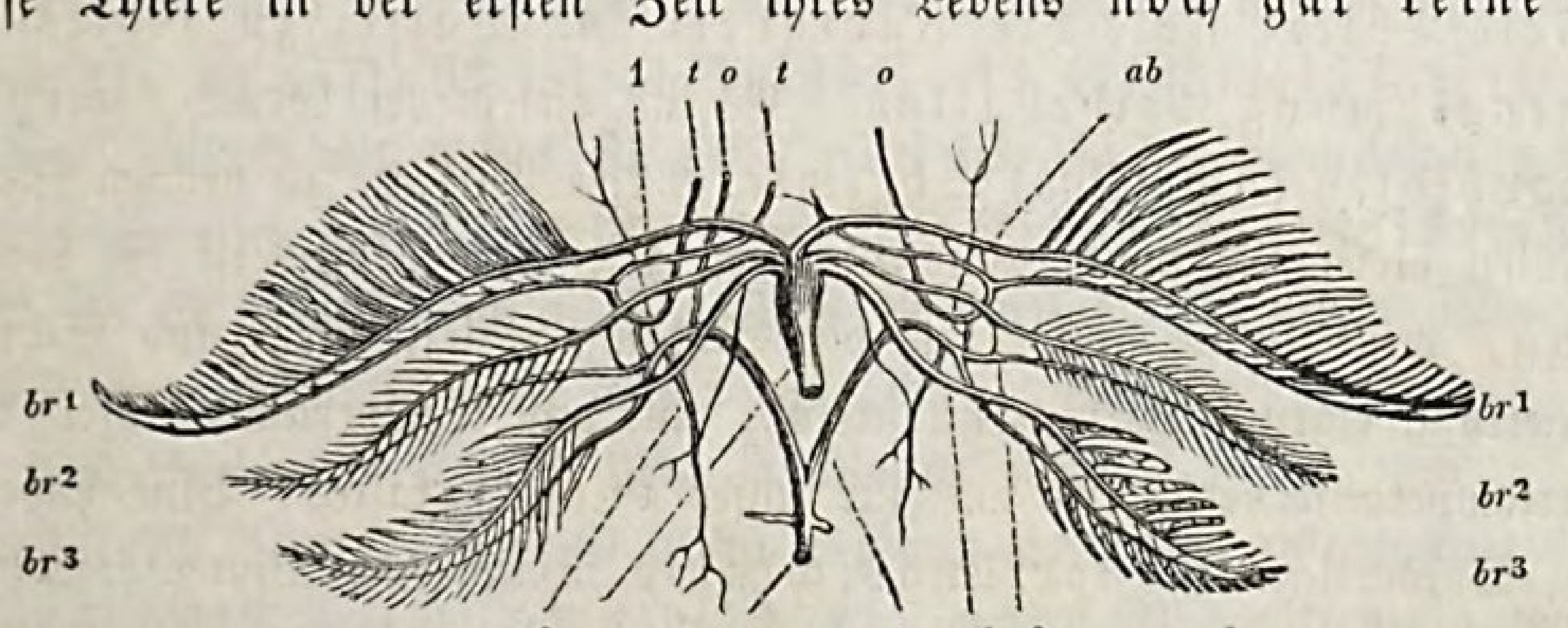


Fig 533. Das Blutgefäßsystem eines jungen Salamanders. *

* 1 Verbindungsgefäß der Kiemenvene und Kiemenarterie; — *ab* Aortenzweig; — *br*1 Erste Kieme mit Arterie und Vene; — *br*2 Zweite Kieme u. s. w. — *br*3 Dritte Kieme u. s. w. — *oo* Augenhöhlenarterien; 2 Verbindungsgefäß der Kiemenvene und Kiemenarterie; — *ap* Unentwickelte Lungenarterie; — *a* Aortenstamm; 3 Verbindungsgefäß der Kiemenvene und Kiemenarterie; — *av* Bauchaorta; — *c* Kiemenvenen, welche sich zur Bauchaorta vereinigen; — *t* Kopfarterien.

besitzen. Um diese Zeit sind die für die Lungen bestimmten Arterienäste auch noch gar nicht ausgebildet (Fig. 533). Die Kiemenathmung ist für das Wasserleben bestimmt, denn die Kiemen sind so zart gebildet, daß das Gewebe derselben seine Dienste nur zu verrichten im Stande ist, wenn es vom Wasser, dieser dichteren Flüssigkeit, umspült, durchdrungen und gleichsam getragen wird, während es in der Luft sogleich haltlos zusammensinkt. Für das Luftleben und die Luftathmung mußte dem Athmungsorgane die geschützte Lage im Innern der Körperhöhlung angewiesen werden. Im Uebrigen geht die Athmung im Wasser ganz auf die gleiche Weise vor sich, wie in der Luft, nur daß die Säurung des Blutes in geringerem Maße stattfindet. Im Wasser ist stets eine gewisse Menge von Sauerstoff aufgelöst enthalten. Die Kiemen nehmen diesen Sauerstoff in das Blut auf. Um die Bespülung zu befördern, befindet sich hinter den Kiefern an der Seite des Halses eine Spaltöffnung unter welcher die Zungenbeinbögen (Kiemenbögen), welche mit den Kiemen bewachsen sind, ganz frei liegen, so daß das Wasser, welches von den Thieren eingeschluckt wird, zwischen den Kiemen wieder herausströmt. Sobald die Lungen anfangen sich auszubilden, verengern sich sowohl die Arterienäste, welche das Blut zu den Kiemen hinführen, als auch die Hohladern, welche es aus denselben zurückleiten und die Kiemen selbst verkürzen sich mehr und mehr (Fig. 534). Bei den Sirenen, Olmen und Kolbenmolchen ist das ganze Leben hindurch, bei ziemlich ausgebildeter Lungenarterie, der Kreislauf des Blutes zwischen Kiemen und Lungen fast gleichmäßig getheilt. Bei den übrigen Nackthäutern jedoch schwinden die Kiemen endlich so sehr, daß die Kiemenspalten sich fast ganz schließen können und es bleiben nur die untersten Theile der letztern in Form zweier Löcher unter dem Halse offen. Ein kleines Ueberbleibsel einer Kieme bleibt auf jeder Seite, jenen Löchern entsprechend bei allen Batrachiern das ganze Leben hindurch (Fig. 532), so daß diese Thiere stets die Fähigkeit im Wasser zu athmen neben der Lungenathmung beibehalten. Es ist dieses der Grund, weßhalb man sie auch Amphibien (Amphibia) d. h. zwielebige Thiere zu nennen pflegt.

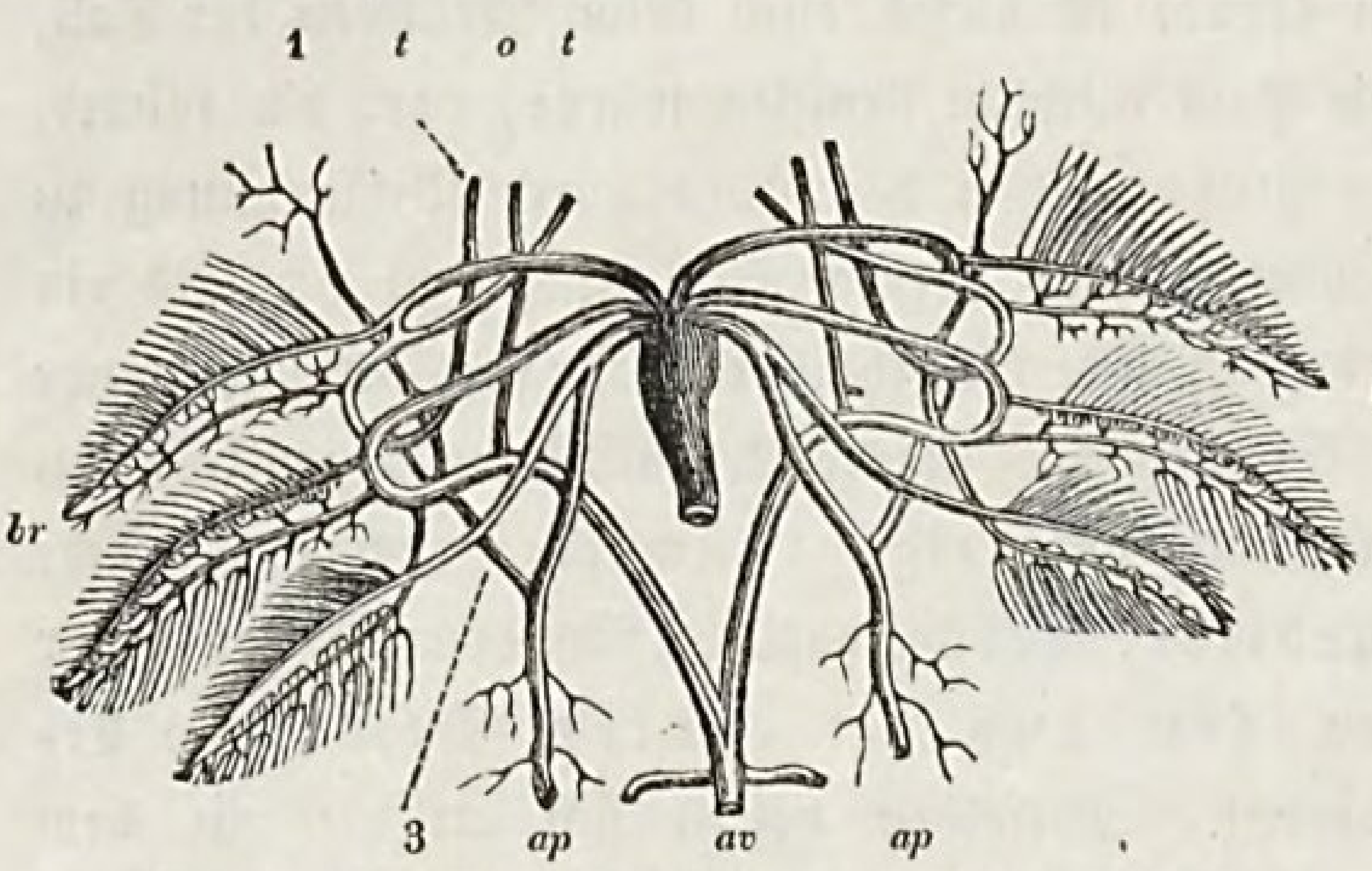


Fig. 534. Das Blutgefäßsystem eines jungen Frosches, dessen Lungen sich zu bilden beginnen. (Erklärung wie an Figur 533.)

Bei allen diesen Geschöpfen und zu jeder Zeit ihres Lebens ist die Athmung nur gering, weßhalb sie auch, wie die Schlangen, Eidechsen und Schildkröten, eine sehr geringe eigene Wärme entwickeln, mit dem Temperaturwechsel der Luft ihre Körpertemperatur verändern und für unser Gefühl „kaltes" Blut haben. Die Erscheinung todesartigen Erstarrungsschlafes in unserem Winter sowohl als in der heißesten Jahreszeit der tropischen Gegenden, welche wir bei jenen Thieren kennen gelernt haben, ist daher auch bei dieser Klasse ganz allgemein, und ohne Schaden können Frösche sogar im Eise einfrieren, Kröten lange Zeit in Baumhöhlungen oder unter Steinen fast ganz ohne Luft zubringen.

Die Stimme der ungeschwänzten Batrachier ist außerordentlich laut schallend. Sie besitzen eigenthümliche Hautblasen, welche mit der Luftröhre in Verbindung stehen und welche, indem sie nach Belieben stark aufgeblasen werden, eine Art von Schalltrommeln bilden. Der Laubfrosch (Fig. 529) besitzt eine solche Schallblase an der Kehle, andere Frösche haben deren zwei, nämlich jederseits neben dem Hinterkopfe eine. Uebrigens schreien vorzugsweise die Männchen so laut, beim Laubfrosche sogar ausschließlich. Die Stimme wird durch Zusammenziehungen der Bauchmuskeln hervorgepreßt, wodurch sie den quackenden Ton bekommt. Manche Krötenarten haben nur einen heulenden oder klingenden Ton, durch welchen sie an den Ufern von Gewässern mancherlei Sagen von Glockengeläute im Walde oder von versunkenen Kirchen verursacht haben. Die geschwänzten Batrachier haben sehr geringe, oder gar keine Stimme.

Das Gehirn der sämmtlichen Nackthäuter ist äußerst gering und einfach. Kaum ist das hintere, sogenannte kleine Gehirn noch erkennbar. Das Nervengezweig im Körper ist wenig entwickelt und die einzelnen Gliedmaßen und Organe zeigen eine große Selbstständigkeit und Unabhängigkeit vom Rückenmarke und Gehirne. Hieraus entspringt einerseits eine außerordentliche Lebenszähigkeit, andererseits die Reproduktionskraft, welche sich selbst auf die bedeutendsten Theile erstreckt. Erstere geht in der That so weit, daß ein Frosch, nachdem ihm die Brust geöffnet und das Herz herausgenommen worden ist, noch eine Zeitlang umherhüpft, während das Herz daneben ebenfalls noch fortwährend sich pulsirend zusammenzieht. Die Reproduktionskraft der Molche erstreckt sich sogar auf ganze Beine, ja, wie behauptet ist, selbst auf Augen, welche durch Wunden verloren gegangen sind.

Von den Sinnen ist weder der Geschmack, trotz der fleischigen Beschaffenheit der Zunge, noch der Geruch erheblich ausgebildet. Das Ohr ist äußerst unvollkommen; bei manchen Gattungen sieht man ein Trommelfell, wie beim Laubfrosche, bei andern ist solches überwachsen oder fehlt gänzlich. Die innere Ohrhöhle enthält weder eine Schnecke, noch ein Gehörknöchelchen; es findet sich nur eine, aus kohlensaurem Kalke bestehende, steinige Verhärtung. Dagegen scheint es, als ob diese Thiere mit der ganzen zarten Hautfläche ihres Körpers gegen die feinsten Zitterungen der Luft, wie z. B. die schwirrende Flügelbewegung eines fliegenden Insektes solche veranlaßt, im höchsten Grade empfindlich sind, und es zeigt sich somit bei ihnen ähnlich, wie bei den Fledermäusen, eine eigenthümliche Verschmelzung des Gehörs und des Tastsinnes. Die Augen der Batrachier sind durch flache Wölbung des Augapfels, sowie durch eine mehr kugelige Bildung der Linse den Augen der Fische ähnlicher, als denen der Haarthiere und Vögel. Da am Schädel nicht die geringste Scheidung von Augen- und Schläfenhöhle stattfindet, vielmehr gar keine Augengrube vorhanden ist, so stehen die Augen sehr stark am Kopfe hervor. Uebrigens dürfte die Schönheit der Augen der häßlichen Kröten u. s. w. Manchem, der sie näher betrachtet, den Abscheu vor diesen Geschöpfen einigermaßen mildern, wenn man auch heutigen Tages nicht mehr an „verzauberte Prinzessinnen" denkt. Bei der Pipakröte stehen die außerordentlich kleinen Augen ganz nahe am Kieferrande; beim Aalmolche, dem Olm und mehren andern sind dieselben ganz unter der Haut verborgen und bei den Blindwühlen fehlen sie völlig.

Die Dicke der Nervenstränge in den Gliedmaßen, sowie die zähe Ausdauer der Lebenskraft der Frösche führte zu einer sehr wichtigen und interessanten Entdeckung. Der berühmte italienische Physiker Galvani entdeckte nämlich bei einem Frosche die Reizbarkeit der Nerven durch die elektrische Kraft, eine Reizbarkeit, die sich in der lebhaftesten Bewegung der Muskeln äußert, welche mit den elektrisirten Nerven in Verbindung stehen. Um dieses Experiment (Fig. 535) zu machen, tödtet man einen Frosch, indem man rasch mit einer Scheere den Kopf desselben vom Rumpfe trennt, zieht dann die Haut vom Hintertheile desselben und von den Beinen ab, und durchschneidet die Wirbelsäule so, daß die Schenkel nur vermittelst der beiden Schenkelnerven, welche sich als dicke weiße Fäden auf jeder Seite der Wirbelsäule zeigen, an letzterer hangen bleiben. Man legt dann ein Stückchen Zinkdraht mit einem Ende auf die entblößten Nerven, mit dem andern Ende auf ein Stückchen Kupferdraht, welches zugleich die Muskeln der Unterschenkel des Frosches berührt. Sobald die beiden Metalle sich berühren, entsteht eine Aeußerung der elektrischen Kraft, welche Galvanismus genannt wird, und die Schenkel des Frosches ziehen sich zuckend zusammen, als ob sie lebendig wären. Man kann diesen Versuch wohl eine Stunde lang wiederholen bevor die Nerven aufhören reizbar zu sein. Bei vollkommeren elektrischen Instrumenten gelingt derselbe aber noch nach Verlauf eines Tages und nicht allein bei Fröschen, sondern selbst bei den höheren Thierklassen und nicht minder beim Menschen.

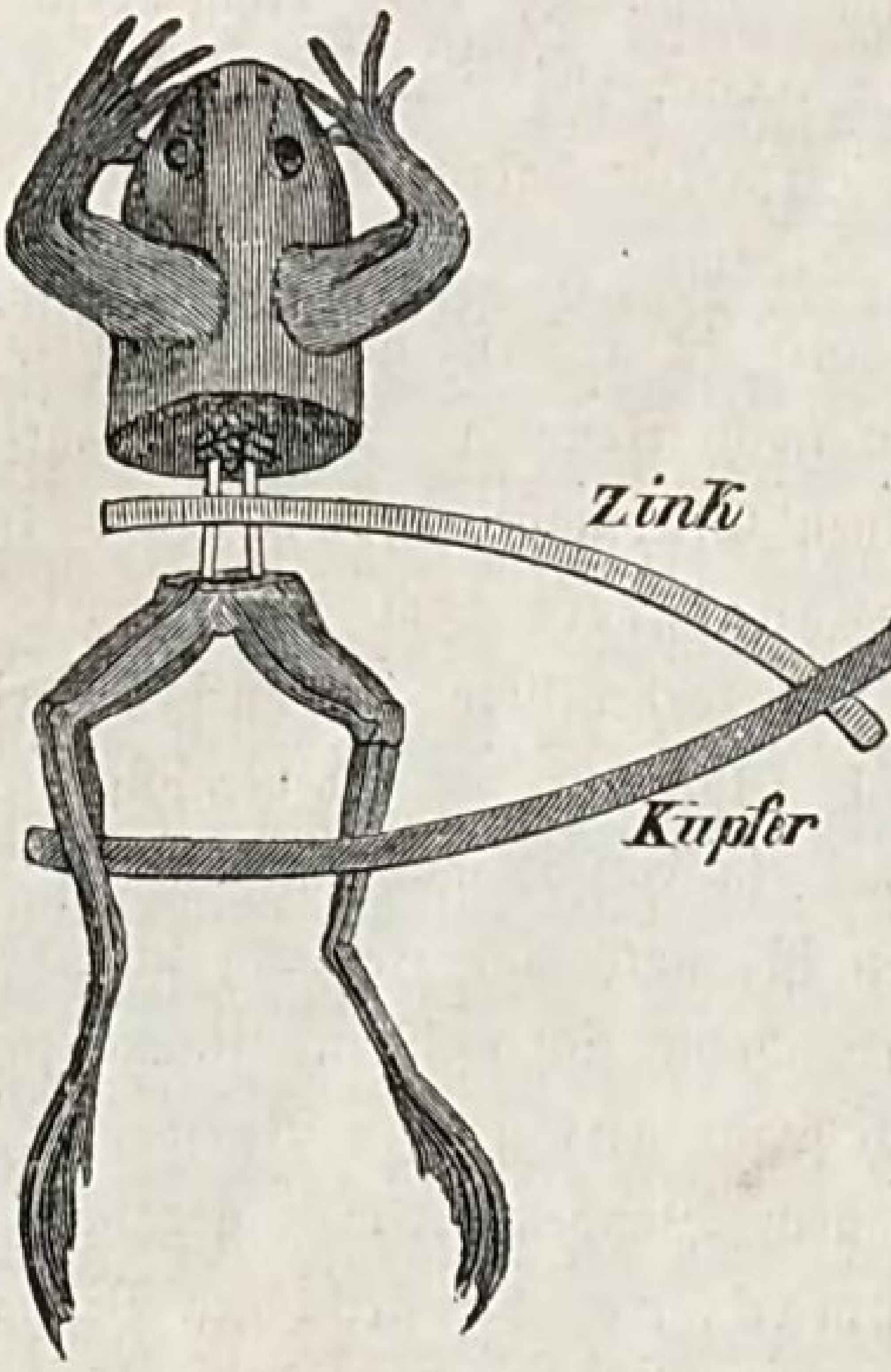


Fig. 535. Galvani's Experiment mit den Schenkeln eines Frosches.

Die Fortpflanzung der zwielebigen Thiere geschieht im Wasser, mit wenigen besondern Ausnahmen. Die Weibchen legen eine große Menge Eier, die Molche ein halbes Hundert, die Frösche und Kröten oft viele Hunderte, wobei das Männchen, auf des Weibchens Rücken sitzend, dieses umklammert, um die austretenden Eier zu befruchten. Die Frösche geben ihre Eier in schleimigen, bandartigen Massen oder unregelmäßigen Klumpen, die Kröten in Schnüren von sich, die Molche legen sie einzeln an die Blätter von Wasserpflanzen. Das Männchen des Eierträgers (Alytes obstetricans), eines krötenartigen Frosches, welcher in Frankreich und in den Rheinlanden gefunden wird, schlingt sich die Eierschnüre des Weibchens um seine Hinterbeine und geht mit denselben in Erdlöcher, wo es so lange verweilt, bis die Jungen ausschlüpfen müssen. Dann trägt es sie ins Wasser. Die Pipakröte trägt ihre Eier auf dem Rücken mit sich herum, wohin das Männchen ihr dieselben mit den Füßen streicht, und dort verbleiben solche und auch die ausgeschlüpften Jungen bis zu ihrer völligen Ausbildung. Beim Salamander, und in der Gefangenschaft bei mehren Gattungen, schlüpfen die Jungen schon aus, ehe die Eier gelegt werden; dieser ist in der Weise, wie manche Schlangen und Eidechsen, also ein lebendig gebärendes Thier. — Die Eier sind nur von schleimiger weicher

Haut unmittelbar umhüllte Dotterkügelchen, den Fischeiern ähnlich, in denen sich der Embryo ohne die wichtigen Hauthüllen, welche sich im Ei der Vögel und der Schilderthiere bilden, ohne Amnios und Allantois, entwickelt — ein Mangel, welcher die Batrachier und Fische als Anallantoidwirbelthiere von Schilderthieren, Vögeln und Haarthieren, den Allantoidwirbelthieren, wesentlich unterscheidet. Auch die fernere Entwicklung zwielebiger Thiere, nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei, ist äußerst merkwürdig, indem sie noch mit einer völligen Verwandlung (Metamorphose) verbunden ist, durch welche die Embryonalperiode gleichsam erst vollendet wird. Wenn die Jungen nämlich aus dem Ei schlüpfen, sind sie in ihrem Bau gewissen Fischen ganz gleich (Fig. 536). Da man in diesen Geschöpfen die Natur der ausgewachsenen Thiere nicht zu erkennen im Stande ist, so heißen sie Larven, im gemeinen Leben Kaulquappen (Kaulpadden) u. s. w. Der Körper entbehrt der Arme und Beine gänzlich, der Rumpf läuft in einen langen, seitlich zusammengeplatteten Schwanz aus, und ein Finnensaum umgibt den letztern vom Nacken bis zum After. Federartige Kiemen ragen am Halse heraus (Fig. 536); die Lungen fehlen. Das Skelett ist knorpelig; die Kinnladen sind mit einem hornartigen Schnabel bedeckt. Unter fortwährenden Häutungen und während zugleich die Lungen sich zu bilden beginnen, wachsen die Gliedmaßen hervor, bei den Larven der Ungeschwänzten zuerst die Hinterbeine (Fig. 537), bei den Larven der Geschwänzten zuerst die Vorderbeine, etwas später auch das andere Paar (Fig. 538). Zu gleicher Zeit schwinden die Kiemen mehr und mehr; die anfangs kümmerlichen und kaum durch die Haut schimmernden Augen entwickeln sich vollkommen; das Skelett verknöchert und die Hornscheiden der Kiefer werden mit abgehäutet. Sobald alle vier Gliedmaßen vollkommen ausgebildet sind, beginnt der Schwanz bei den Jungen der Ungeschwänzten zu schwinden (Fig. 539)



Fig. 536. Eine Froschlarve nach dem Ausschlüpfen mit Darstellung der Kiemen. 8fach vergrößert.

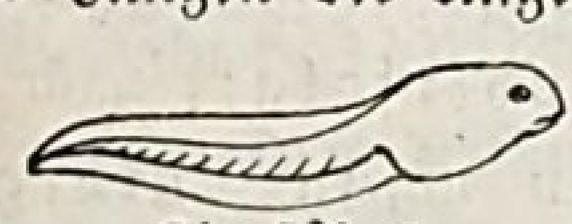


Fig. 536. *a* Eine Froschlarve nach dem Ausschlüpfen. 4fach vergrößert.

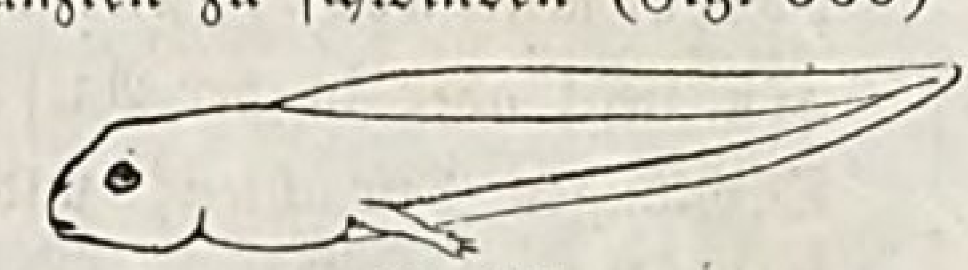


Fig. 537. Eine Froschlarve nach Entstehung der Hinterbeine.

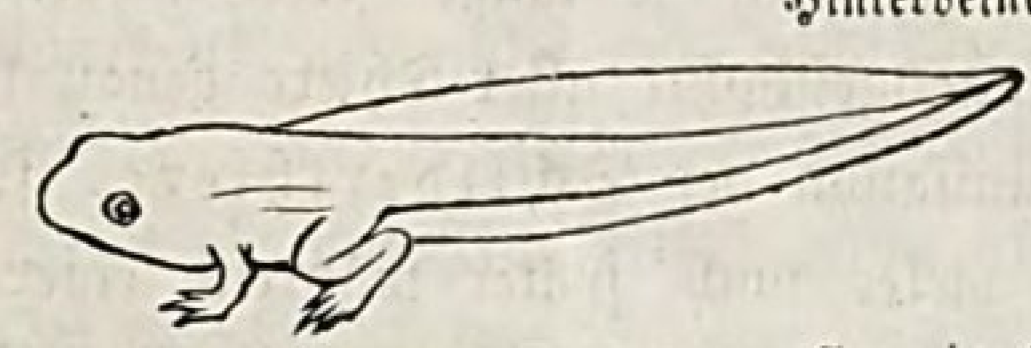


Fig. 538. Eine Froschlarve nach Entstehung aller vier Gliedmaßen.



Fig. 539. Eine Froschlarve mit schwindendem Schwanze.



Fig. 540. Ein vollständig umgewandelter junger Frosch.

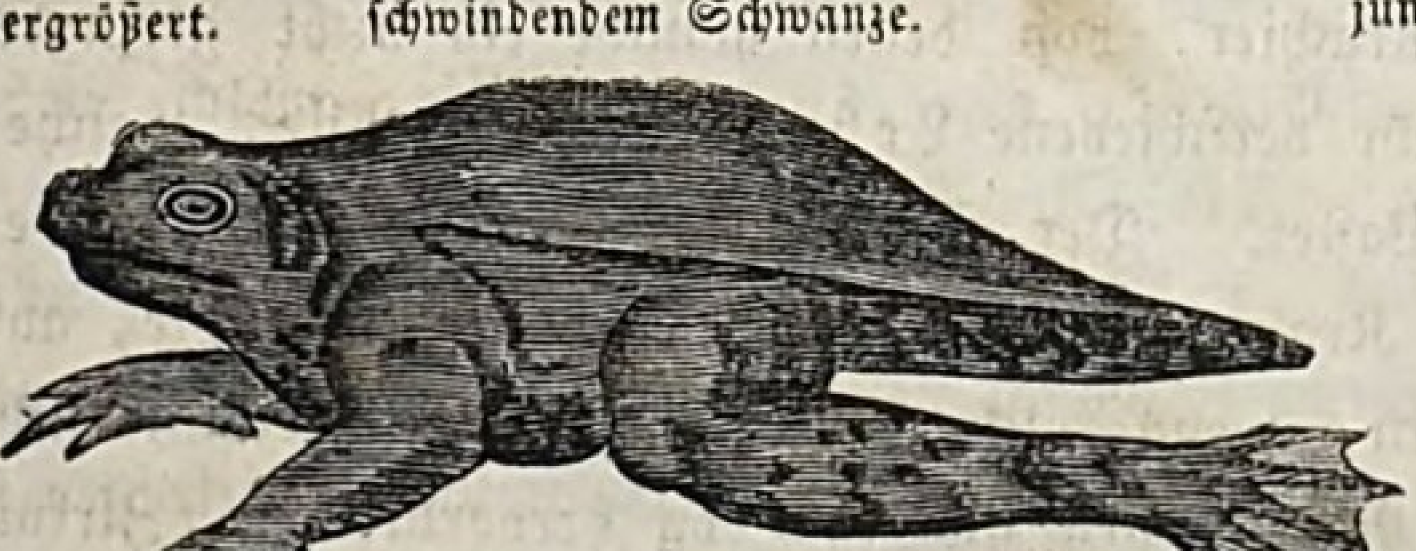


Fig. 539 *a*. Der Trugfrosch (Pseudes paradoxus). — 1/2 d. nat. Gr.

derselbe fällt aber keineswegs ab, vielmehr wird er allmählig von Innen aufgezehrt, wie die Fleischmasse eines durch Krankheit abmagernden Menschen. Bei den Larven des Trugfrosches (Fig. 539 a) in Surinam ist der Schwanz anfangs so bedeutend, daß dieselben länger sind, als die alten Thiere. — Nachdem der Schwanz völlig verschwunden ist, hat die Larve sich gänzlich umgewandelt (Fig. 540). Unter steten Häutungen wächst das junge Thierchen dann noch lange fort. — Die Verwandlung erstreckt sich mehr oder weniger auf alle Theile des Körpers. Die Muskeln der Larven stimmen ganz mit denen von Fischen überein, während sie später manche Abweichung zeigen. Selbst die Verdauungsorgane verändern sich; die anfangs sehr langen, dünnen, spiralförmig gewundenen Därme der Kaulquappen verkürzen sich allmählig und bilden die nöthigen Erweiterungen für den Magen und Grimmdarm. Damit übereinstimmend, lebt die Kaulquappe nur von Wasserkräutern, wogegen als ausgewachsene Thiere die ungeschwänzten Batrachier nur Insekten und andere thierische Substanzen fressen. — Die Verwandlung dauert bei den verschiedenen Gattungen ziemlich ungleich lange. Der Olm (Fig. 530) erleidet gar keine Verwandlung, die ihm zunächst verwandten Aalmolche, Kolbenmolche und Sirenen nur eine theilweise. Die gemeinen Wassermolche (Fig. 527) bleiben ihr ganzes Leben hindurch auf der Entwicklungsstufe stehen welche von den Ungeschwänzten weit überschritten wird.

Diese, den aufeinanderfolgenden Stufen des Entwicklungsganges entsprechende, gradweise Verschiedenheit der Organisation bietet uns die zweckmäßigste und am Tiefsten in der Natur begründete Richtschnur zur Eintheilung der Batrachier dar. Die Ungeschwänzten, welche in ihrer Entwicklung die Stufen durchlaufen und überschreiten, auf welchen die Geschwänzten stehen bleiben, dürfen als höher stehende, vollkommener organisirte Geschöpfe angesehen werden. Ein solches Verhältniß liegt aber in der Aufeinanderfolge, nach welcher wir die Thierklassen und Ordnungen betrachten, und allen unsern naturgemäßen Eintheilungen des Thierreiches zu Grunde — oder wir erstreben dieses Ziel wenigstens, wenn gleich unsere Eintheilung so lange stets unvollkommen bleiben wird, als wir nicht die Entwicklungsgeschichte aller Thiere genau kennen. Es läßt sich nicht übersehen, daß die Organisation der Schildthiere, so lange diese Geschöpfe noch im Ei liegen und bei vielen noch später während einer kürzeren oder längeren Zeit des Lebens, in vielen Punkten, zumal auch in Betreff der Athmung und der Entstehung der einzelnen Gliedmaßen, an die bei den Larven der zwielebigen Thiere beobachteten Verhältnisse erinnert, und daß dasselbe auch bei den warmblütigen Thieren sogar der Fall ist, nur daß diese letztern die niedrigsten Stufen der Entwicklung in dem kurzen Zeitraume ihres frühesten Embryonalzustandes durchlaufen und überschreiten, noch lange bevor sie fähig sind, aus dem Ei zu schlüpfen und selbstständig zu leben. —

Die Batrachier, von denen manche ein nicht geringes Alter erreichen sollen, haben eine sehr verschiedene Lebensweise. Alle, welche äußere Kiemen besitzen, bleiben im Wasser. Der Olm hält sich nur in den unterirdischen Höhlengewässern Krains, z. B. in der Adelsberger Höhle, auf und wird von derartigen Gewässern, wenn solche in neuentstandene Erdfälle sich ergießen oder wenn sie nach starken Regengüssen hie und da hervorbrechen (Zirknitzer See) mit herausgeschwemmt. Die Blindwühlen leben, wie Regenwürmer, im nassen Erdboden. Die

Wassermolche gehen, obgleich sie vollständige Lungen bekommen und nur kleine Kiemen behalten, nie auf das Land, sondern schnappen nur mitunter an der Oberfläche des Wassers nach Luft. Die Frösche und Kröten dagegen pflegen theils am Ufer oder im feuchten Graslande, theils auch auf Bäumen zu leben.

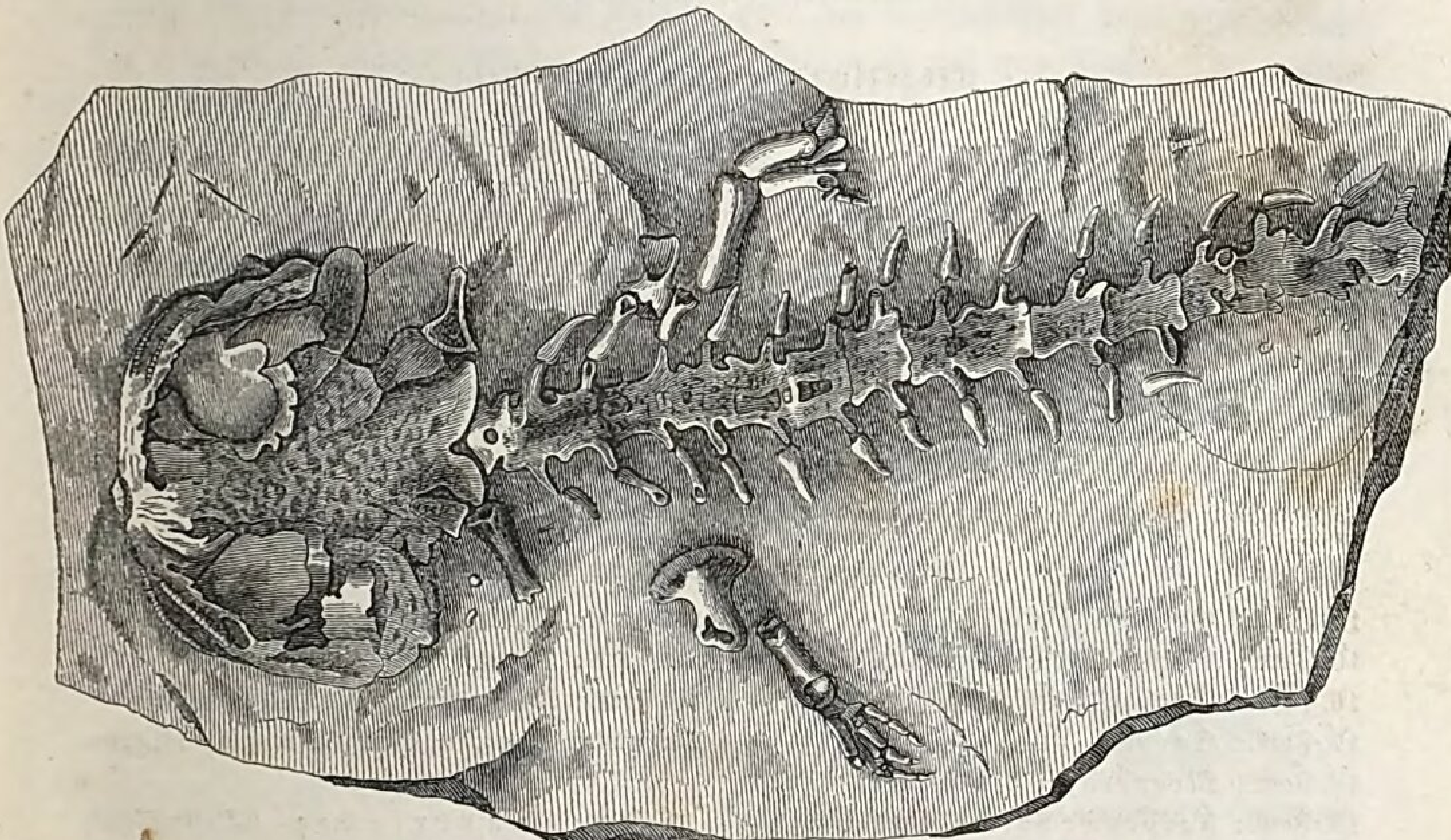


Fig. 541. Skeletttheile von Andrias Scheuchzeri (Scheuchzers Homo diluvii testis) aus dem Mergelschiefer von Oeningen unweit des Bodensees.

Es ist bislang noch nicht mit Gewißheit ausgemittelt, wie hoch sich das Schöpfungsalter nackthäutiger Thiere in die früheren Perioden der Erde hinauf erstrecke. Gewiß ist, daß sich in den Tertiärschichten bereits von Geschwänzten sowohl, als von Ungeschwänzten, freilich von ausgestorbenen Gattungen, die Ueberreste in ziemlicher Menge finden. Während in dieser Klasse heutigen Tages kein Geschöpf getroffen wird, dessen Größe 2 bis 3 Fuß in der Länge überträfe, die meisten derselben aber nur wenige Zolle erreichen, gab es zu den Zeiten der Tertiärformationen manche sehr große Salamander (Fig. 541) und Molche. Nach manchen Merkmalen der Knochenbildung zu schließen, würden die, bei den Eidechsen erwähnten und gemeiniglich zu denselben gerechneten, Labyrinthodonten mit den nackten Thieren zunächst verwandt sein, während die krokodilartigen Knochenschilder ihrer Haut sie zu den Schilderthieren verweisen. Doch ist es sicher, daß dieselben weder mit den heutigen Sauriern, noch mit den heutigen Nackthäutern in allen Stücken übereinstimmten, sondern vielmehr gewisse Merkmale der einen Klasse, mit gewissen Merkmalen der andern Klasse vereinigten. —

V. Klasse. Schuppenthiere oder Fische.

(Cykloiden und Ktenoiden.)

Uebersicht der Schuppenfische.

1. Ordnung: Rundschupper. Cycloidei.

1. Unterordnung: Stachelflosser. Acanthopterygii.

1. Familie: Thunfische (Makrelen). Scomberoidei.
2. Familie: Schwertfische. Xiphioidei.
3. Familie: Pfeilhechte. Sphyraenoidei.
4. Familie: Lippfische. Labroidei.
5. Familie: Schleimfische. Blennioidei.
6. Familie: Seeteufel. Lophioidei.

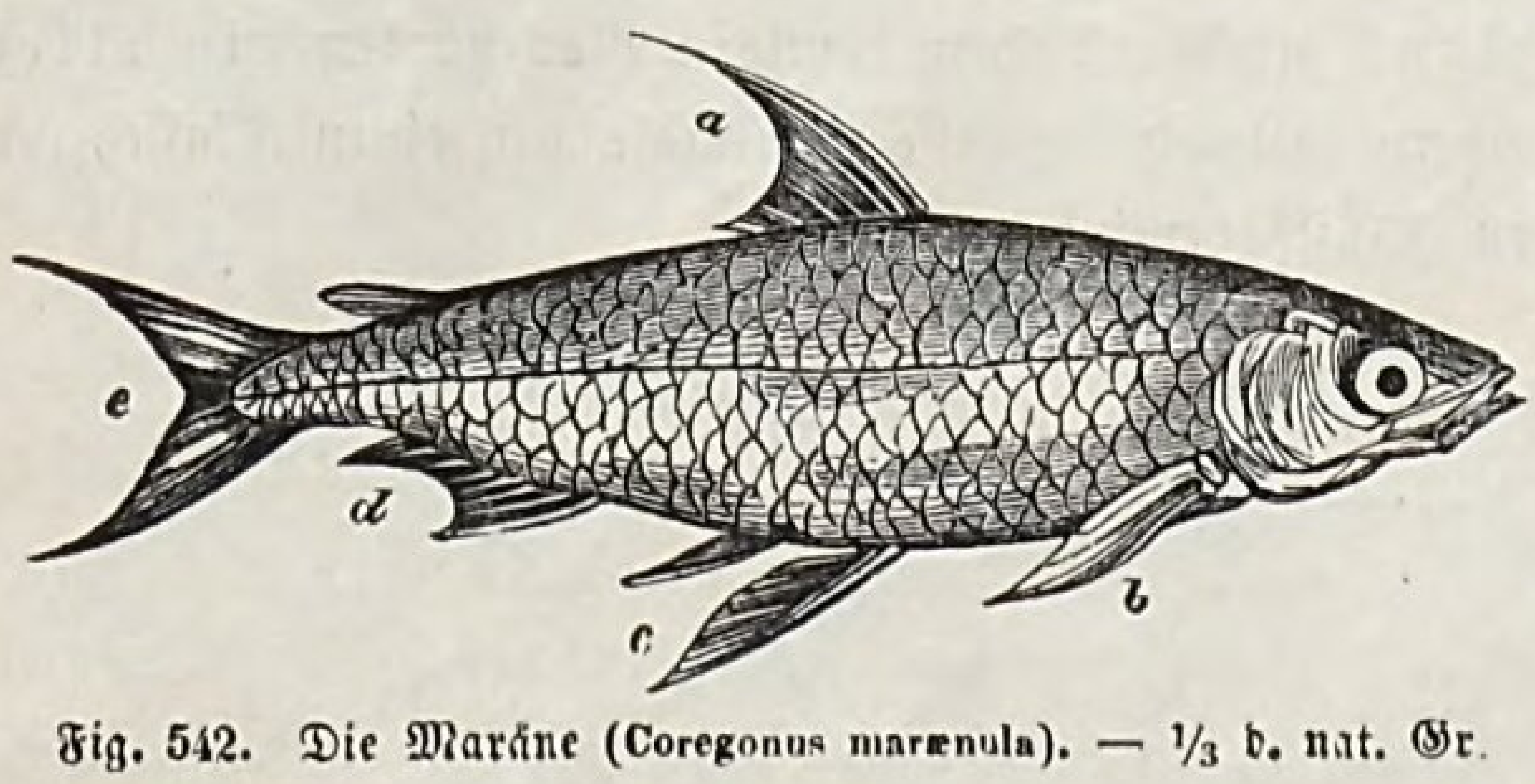
2. Unterordnung: Weichflosser. Malacopterygii.

7. Fam.: Karpfen (Weißfische). Cyprinoidei.
8. Fam.: Cyprinodonten. Cyprinodontes.
9. Fam.: Hechte. Esocini.
10. Fam.: Lachse (u. Häringe). Halecoidei.
11. Fam.: Schellfische. Gadoidei.
12. Fam.: Scheibenbäuche. Discoboli.
13. Fam.: Aale. Anguilliformes.

2. Ordnung: Kammschupper. Ctenoidei.

14. Fam.: Barsche. Percoidei.
15. Fam.: Sägebarsche. Serranoidei.
16. Fam.: Barben. Mulloidei.
17. Fam.: Harder. Mugiloidei.
18. Fam.: Meerbrassen. Sparoidei.
19. Fam.: Farbenwechsler. Maenides.
20. Fam.: Umberfische. Sciaenoidei.
21. Fam.: Groppen. Cottoidei.
22. Fam.: Grundeln. Gobioidei.
23. Fam.: Schiffshalter. Echeneides.
24. Fam.: Lederfische. Teuthyes.
25. Fam.: Röhrenmäuler. Aulostomi.
26. Fam.: Borstenzähne (Klippfische). Chaetodontes.
27. Fam.: Landkriecher (Kletterfische) Chersobatae.
28. Fam.: Schollen. Pleuronectides.

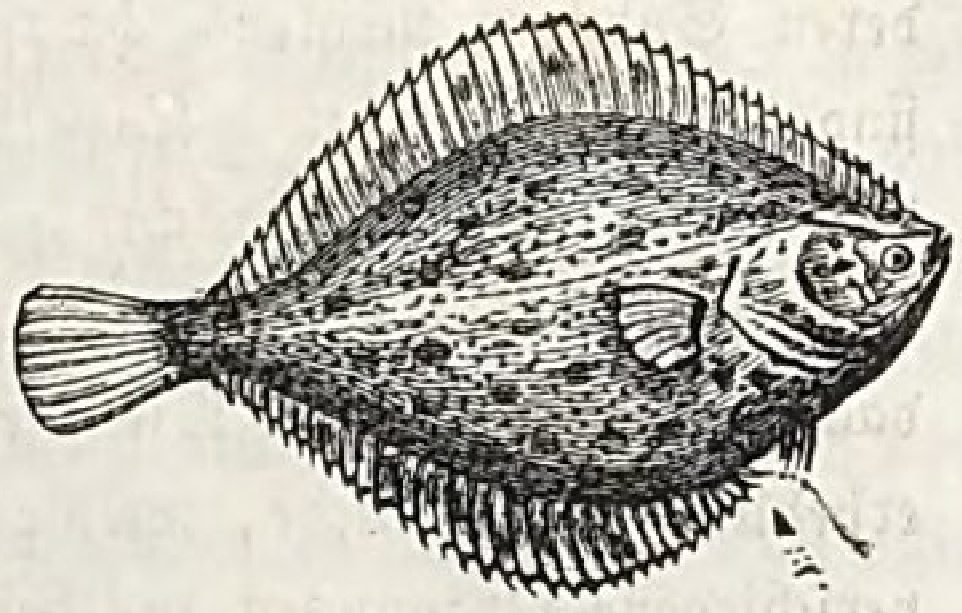
Die eigentlichen Fische sind Schuppenthiere und dieses Merkmal ist das einzige allgemeinere, welches dieselben von allen durch die äußere Gestalt und den Aufenthalt im Wasser, sowie durch die zu einem Leben in diesem Elemente geeignete Kiemenathmung, den Fischen ähnlichen Geschöpfen unterscheidet. Ueber die Gestalt der Fische im Allgemeinen zu reden, verlohnt sich wenig der Mühe; denn die längliche, an beiden Enden zugespitzte Form der gewöhnlichsten Flußfische, welche zur Bewegung im Wasser so äußerst geschickt ist, schwebt jedem Menschen vor Augen und bedarf einer Beschreibung nicht, und wenn gleich sehr viele Fische eine ähnliche Körpergestalt (Fig. 542) besitzen, so ist doch die Zahl derjenigen Gattungen kaum minder groß, bei welchen diese Gestalt entweder durch sehr starke Höhe vom Rücken zum Bauche, oder gerade entgegengesetzt, durch breitgedrückte Plattheit



a Rückenfinne; — *b* Vorderflosse (Brustflosse); — *c* Hinterflossen (Bauchflossen); — *d* Afterfinne; — *e* Schwanzfinne.

Fig. 542. Die Maräne (Coregonus marænula). — 1/3 d. nat. Gr.

stark abgeändert erscheint, sowie die Zahl derjenigen Gattungen, welche durch die seltsamsten Wunderlichkeiten im eigentlichsten Sinne des Wortes „unbeschreiblich" verschiedenartige Gestaltungen zeigen. Durchgehends fehlt allen diesen Thieren jede Spur eines dünneren Abschnittes zwischen dem Kopfe und dem Rumpfe, wie der Hals der Haarthiere, oder der Vögel, oder der Schildertiere mehr oder weniger zu sein pflegt. Schon bei den Eidechsen, Schlangen und den Nackthäutern nehmen wir kaum mehr eine geringe Andeutung eines Halses wahr. Bei den Fischen geht dieser, die Beweglichkeit des Kopfes so gut wie ganz aufhebende, Mangel weiter, als bei irgend einer andern Ordnung mit Knochenskelett versehener Thiere. Dagegen haben alle Fische hinter dem Kopfe jederseits eine breite spaltenförmige Oeffnung, welche einem Einschnitte gleicht und sich fast vom Nacken bis zur Kehle erstreckt. Diese Spalte, welche offen mit der Rachenhöhle in Verbindung steht, heißt die Kiemenspalte. Die äußeren Gliedmaßen fehlen den Fischen fast ganz, indem von solchen höchstens geringe Stummeln vorhanden sind, welche ruderförmig gestalteten Hautgebilden, den Flossen, zum Befestigungspunkte dienen. Merkwürdig, und eine in der Natur fast ganz einzig dastehende Erscheinung, ist die unregelmäßige Körperbildung der Schollen (Fig. 543). Die eine Seite dieser schmalen und hochgewölbten Thiere ist weißlich, wie bei den meisten Fischen der Bauch, die andere Seite dunkelfarbig, wie meistens der Rücken, während hier diese beiden Flächen durch die Lage des Maules und die Stellung der Flossen als wirkliche Seiten erscheinen. Dabei aber liegen wirklich beide Augen auf der dunkeln Seite.


Fig. 543. Die gemeine Scholle (Pleuronectes vulgaris). — $\frac{1}{15}$ d. nat. Gr.

Die Schuppen sind besondere Hautgebilde, mit den Federn der Vögel zunächst zu vergleichen. Die Haut der Fische besteht aus den gewöhnlichen zwei Lagen, der gefäß- und nervenreichen Lederhaut, welche bei dieser Klasse ein ziemlich lockeres Gewebe besitzt, dabei aber sehr straff und unbeweglich den Körper überzieht, und der hornartigen Oberhaut, welche selber nur ein Erzeugniß der Lederhaut ist und diese überall bekleidet. Die Oberhaut wird fortwährend, indem stets neue Lagen unter der alten entstehen, in Schülfern und Fetzen abgestoßen und losgespült, mit vielem Schleime vermengt, der dieselbe bei allen Fischen überzieht und aus besondern Schleimdrüsen ausgesondert wird. Unmittelbar unter der Oberhaut befindet sich eine zarte Lage schleimigen Pigmentstoffes, welcher die verschiedenen Farben der Fische bewirkt und welcher eintrocknend selber in die Bildung neuer Oberhautschichten übergeht. Bei genauerer Untersuchung bemerkt man, daß der Pigmentschleim eine unvollendete Oberhautlage ist, in deren theilweise zellenartig begrenzten farblosen Massen zahllose ölige, farbige Tröpfchen eingemengt sind. Vergeblich versucht man daher auch diese zarten und schönen, oft überaus prachtvollen Farben der Fische nach dem Tode des Thieres zu bewahren; von selber gehen sie an der Luft verloren, indem das farbige Oel gerinnt, und auch in Weingeist und anderen fäulnißwidrigen Flüssigkeiten verlieren sie sich mehr oder weniger. Die Farben der Fische wechseln übrigens sowohl nach dem Geschlechte und Alter, als nach der Jahreszeit und der Gegend ihres Aufenthaltes, ja man behauptet sogar, daß auch die Ver-

schiedenheit der Nahrung verändernd auf die Färbung einwirke. Bei manchen Fischgattungen ist mit Sicherheit beobachtet worden, daß, ähnlich wie beim Chamäleon, auch die Aufregung irgend einer Leidenschaft vorübergehende Umänderung der Farbe hervorrufe. Das Lederhautgewebe der Fische ist erfüllt mit einer unendlichen Menge äußerst zarter metallisch glänzender Flitterchen, welche eine krystallinische Beschaffenheit zu haben scheinen und deren Substanz man noch nicht hat untersuchen können. Diese sind es, welche über die ganze Haut dieser Thiere einen so herrlichen silber- oder goldartigen Schimmer verbreiten, der durch die Oberhaut herausblinkt. — Die Lederhaut hat taschenförmige Einsackungen, ganz vergleichbar den Haarsäckchen der Haarthiere und den Federsäckchen der Vögel, nur von einer sehr engen und breiten Form, ähnlich den falzartigen Hauttaschen, aus welchen die Nägel unserer Finger und die Krallen der Thiere entspringen. Innerhalb dieser Täschchen sondern sich, auf eine Weise, welche mit der Erzeugung der Federn im Allgemeinen übereinstimmt, Blättchen von mehr oder weniger runder oder eckiger Form aus, deren Substanz meistens hornig ist, wie die Oberhaut selber. Diese Blättchen sind die Schuppen. Dieselben verlängern sich nicht so, daß sie vollkommen aus der Oberhaut hervorbrächen, sondern bleiben von dieser größtentheils überzogen. Uebrigens stecken sie in der Haut in solcher Richtung, daß die vordern die hintern dachziegelartig decken. Die Beschaffenheit der Schuppen zeigt bei den Fischen mehre erhebliche Unterschiede, welche wichtige Merkmale darbieten, um die Fische in zwei verschiedene Ordnungen zu theilen. Entweder nämlich sind die Schuppen nur dünne Hornblättchen von schlichtem, mehr oder minder abgerundetem Umrisse. Dieselben zeigen auf ihrer Oberfläche außerordentlich zarte, den gleichen Mittelpunkt umgebende und mit dem Umrisse des Randes gleichlaufende Reifen, welche ein, durch schichtweisen Zuwachs entstandenes, blättriges Gefüge andeuten, sowie außerdem, besonders gegen den breitern Vorderrand, auseinanderlaufende Furchen. Die mit solchen Schuppen versehenen Fische, zu welchen unter andern die Karpfen, Hechte, Thunfische, Lachse (Fig. 542), Schellfische, Kabliau- oder Klippfische, Häringe, Aale und alle mit diesen zunächst verwandten Gattungen gehören, werden Rundschupper oder Cycloiden (Cycloidei) genannt (Fig. 544). — Die zweite Art der Schuppen ist zwar ebenfalls hornig, aber nicht so einfach, als jene erste. Vielmehr sind dieselben am Hinterrande zackig, wie eine Säge, oder tief gezähnelt, wie ein Kamm, und auch die Oberfläche derselben ist mit kleinen Vorsprüngen besetzt, die manchmal sehr kleinen Zähnchen ähnlich sind. Die mit dergleichen Schuppen versehenen Fische, zu welchen die Barsche, die Meerbrassen, die Umberfische, die Groppen, die Meergrundeln, die Lederfische, die Spritzfische, die Pfei-



Fig. 544 Schuppen von Cykloidfischen, vergrößert. *

* a Lachsforelle (Salmo trutta). b Hecht (Esox lucius). c Schlammbeißer (Cobitis fossilis).



Fig. 545. Schuppen eines Ktenoidfisches: des gemeinen Flußbarsches (Perca fluviatilis); vergrößert.

fenfische und Schollen, sowie allen diesen zunächst verwandten Gattungen gehören, werden Kammschupper oder Ktenoiden (Ctenoidei) genannt (Fig. 545). — Es kommt wohl vor, daß Cycloidfische an einzelnen Theilen ihres Körpers Ktenoidschuppen besitzen, jedoch ohne daß dadurch die Bestimmung der Ordnung, zu welcher ein solcher Fisch gehört, erschwert würde.

Die Schuppen bekleiden den Körper des Fisches fast überall, bei vielen Gattungen selbst am Kopfe, ja auch auf den Flossen zeigen sich derartige Gebilde von äußerster Zartheit mitunter. Im Allgemeinen aber sind meistens die Flossen ohne Schuppen, und am Kopfe verschmelzen sich nicht selten die Hornbildungen der Haut zu größeren Schildern von verschiedener Gestalt, und vereinigen sich auf das Innigste mit knorpelfaserigen oder verknöcherten deckelartigen Tafeln, welche besonders auf den Wangentheilen der Fische im zähen Zellgewebe sich finden. Die sogenannten Kiemendeckel sind von solcher Art und ihr hinterer Rand ist bei den Cycloidfischen schlicht, bei den Ktenoidfischen gezähnelt, wie die Schuppen selbst.

Bei allen Fischen findet sich längs beider Seiten des Körpers vom Hinterkopfe bis zum Schwanze eine Reihe von Schuppen, welche von röhrenförmigen Oeffnungen, zum Ausflusse des Schleimes aus den Schleimdrüsen, durchbohrt sind (Schleimröhrenlinie). Uebrigens finden sich auch im Angesichte ähnliche Oeffnungen in der Haut.

Die Größe der Schuppen, im Vergleich zur Größe der Thiere, ist sehr verschieden. Manche große Fische haben sehr kleine, manche kleinere sehr große Schuppen. Durch besonders große Schuppen ausgezeichnet, ist unter den gewöhnlicheren Fischen der Spiegelkarpfen, eine Abart des gemeinen Karpfen, sowie hingegen die Schollen und Aale äußerst feine, kaum wahrnehmbare Schüppchen haben. Doch gibt es auch einige wenige Fische, in deren Haut sich wirklich gar keine wahrnehmbare Schuppen ausbilden, wie z. B. die Muränen (Muraenophis).

Außer mancherlei seltsamen hornähnlichen Auswüchsen, sowie zapfenförmigen oder peitschenartigen oder lappigen Anhängseln, welche das wunderliche Aussehen mancher Fische vermehren, sind noch die bei allen Fischen in geringerer oder größerer Ausdehnung sich findenden Hautgebilde zu bemerken, welche Flossen (Pteryges) und Finnen (Pinnae) genannt werden. Dieselben bestehen aus mehr oder minder breiten Hautlappen, welche sich theils auf dem Rücken, am Schwanze und unter dem Schwanze der Fische gerade in der Mittellinie des Körpers finden und senkrecht stehen (Finnen), theils an den Stummeln der Vorder- und Hintergliedmaßen in einigermaßen wagerechter Lage befestigt sind (Flossen). Die Finnen sind unpaarig, die Flossen paarweise vorhanden.

Die senkrechten oder unpaarigen Finnen bilden bei allen Fischen im frühesten Entwicklungszustande (Fig. 569) einen zusammenhängenden Hautsaum vom Nacken bis zum After, indem dieser Saum an der Schwanzspitze von der obern Seite auf die untere Seite übergeht. Bei den aalartigen (Fig. 546), sowie in geringerem Grade bei mehren andern Fischen, bleibt dieser Zustand während des ganzen Lebens. Bei den meisten aber schwindet dieser Saum, welcher in höchstem Grade an den Finnensaum der Froschlarven und der Wassermolche erinnert, später an verschiedenen Stellen, während er an andern, bestimmten Punkten sich um so mehr ausdehnt (Fig. 547). So bleiben gewöhnlich auf dem Rücken eine oder mehre

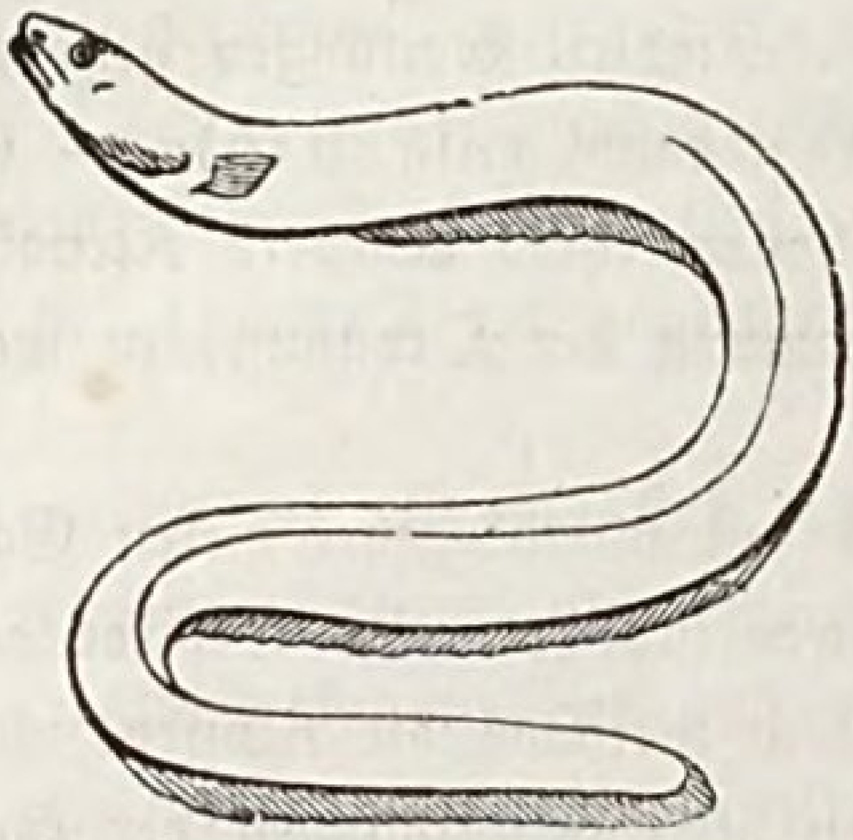


Fig. 546. Der Zitteraal (Gymnotus electricus). 1/10 d. nat. Gr.

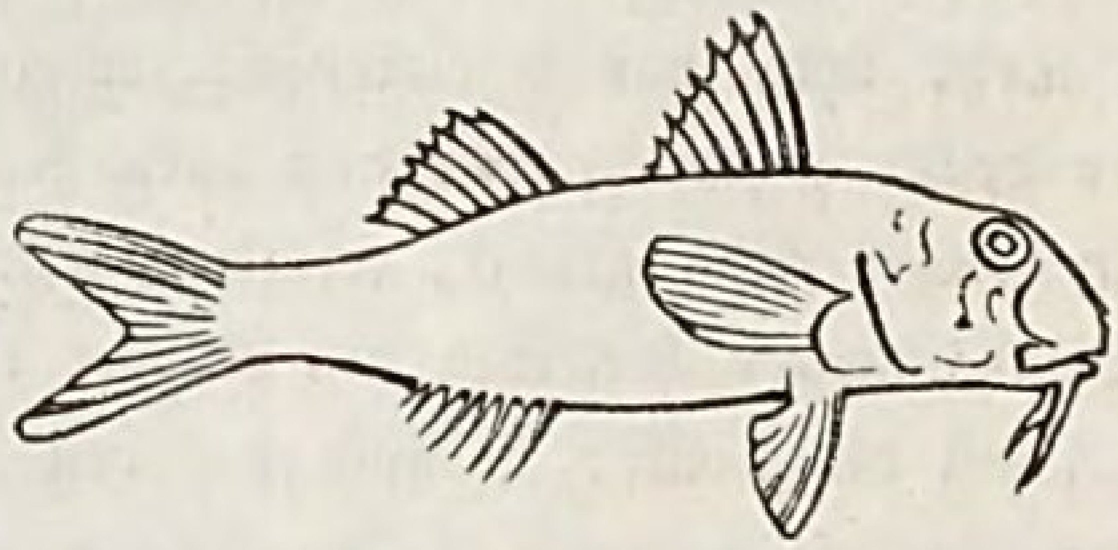


Fig. 547. Der rothe Meerbarbe (Mullus barbatus). 1/8 d. nat. Gr.

Finnen, die Rückenfinnen (Pinnæ dorsales), stehen, sowie unter dem Schwanze ebenfalls eine oder mehre, die Afterfinnen (Pinnæ anales), und am Schwanzende selber steht allemal ein besonders wichtiges Stück, die Schwanzfinne (Pinna caudalis), welche sich bei heranwachsenden Fischen häufig zuerst auf der Unterseite vorzugsweise ausbildet, während der Schwanz sich ein wenig nach oben biegt, eine Ungleichheit, welche aber später von der Oberseite ausgeglichen wird. In letzterm Falle ist die Schwanzfinne gewöhnlich gabelig oder mondförmig ausgeschnitten, oft aber auch abgerundet. — Die Flossen und Finnen bestehen meistens keineswegs bloß aus weicher Haut, sondern enthalten stets dünnere oder stärkere Stützen, Strahlen genannt, welche mit ihrem untern Ende bei der Schwanzfinne am letzten Schwanzwirbel, bei den Rücken- und Afterfinnen aber auf besondern, zwischen den genannten Dornen liegenden Knochenstückchen, den Trägern (Fig. 548), stehen und oft mehr oder weniger lang über den Hautsaum hervorragen. Die Strahlen entwickeln sich in ähnlicher Weise, wie Knochen, innerhalb des Zellgewebes der Finnen- und Flossenhaut, und sie bestehen allemal aus zwei neben einander liegenden, unten mit zwei Gelenkköpfen versehenen und etwas aus einander weichenden, oben aber meistens ganz zusammen gewachsenen Seitenhälften. Bald sind sie nur haarförmig feine oder zarten Federschäften ähnliche, biegsame Knorpelstreifen, oft mit deutlichen Gliederungen versehen und gegen das Ende hin durch mehrfache Verästelung vervielfacht (Fig. 549). Bald dagegen sind sie verknöchert und ungetheilt, scharfen Stacheln (Fig. 548) zu vergleichen. Die Zahl der Strahlen ist nicht allein in jeder besondern Finne und Flosse, sondern auch wieder bei jeder Fischgattung sehr verschieden von einigen wenigen,

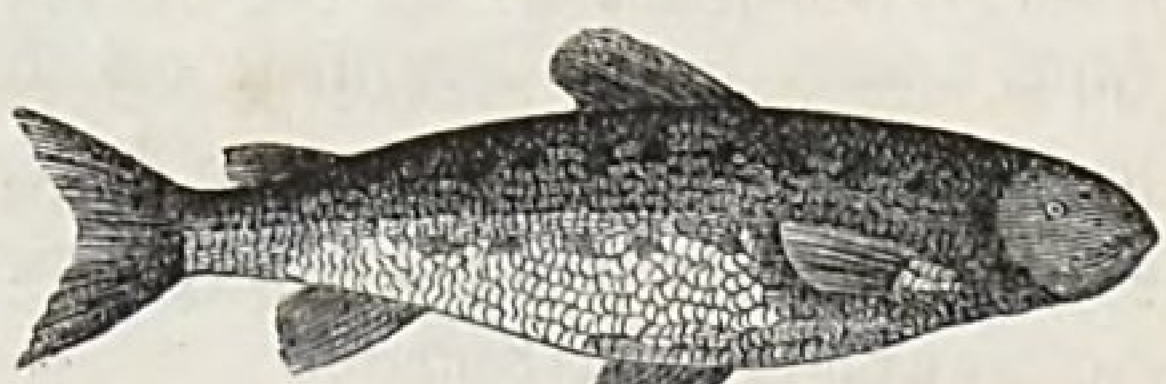


Fig 550. Der gemeine Lachs (Salmo salar). 1/30 d. nat. Gr.

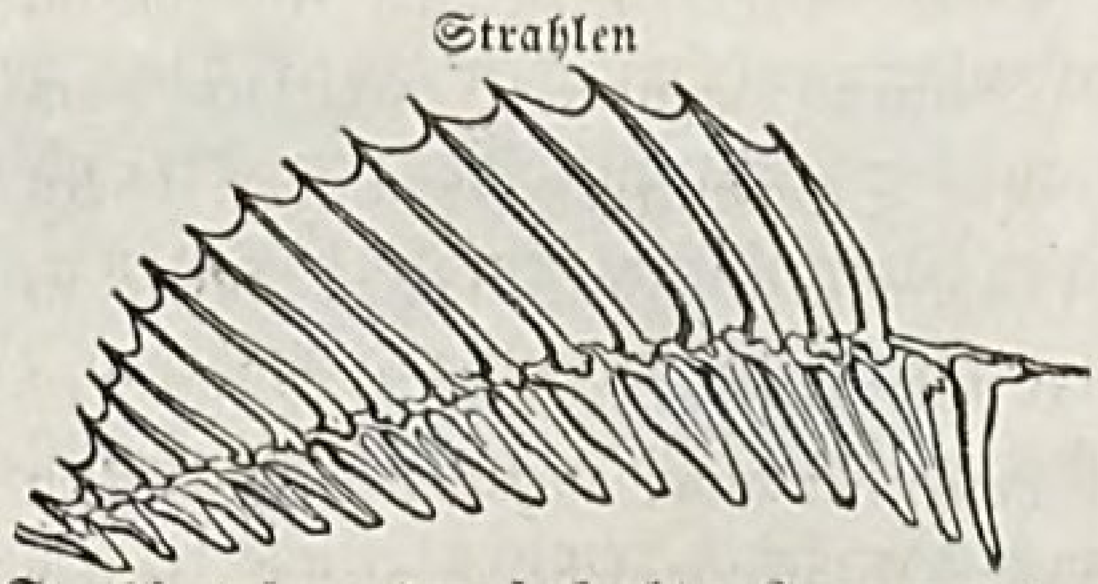


Fig. 548. Eine stachelstrahlige Rückenfinne mit den Trägern.

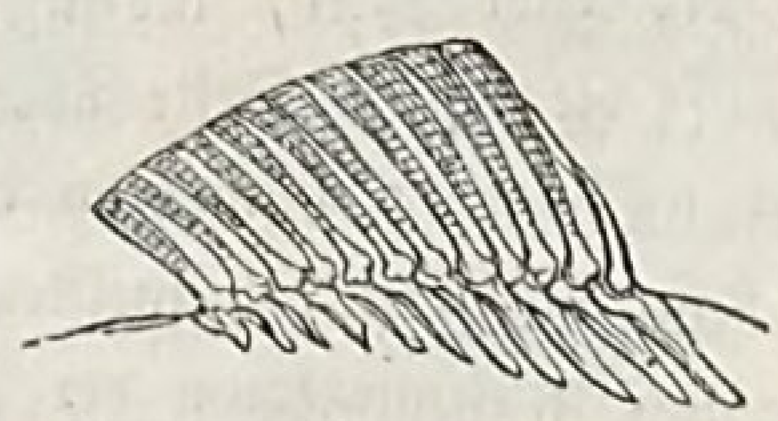


Fig. 549. Eine weichstrahlige Rückenfinne.

bis zu zahllos vielen. Indessen gibt es ausnahmsweise bei einigen Fischen, z. B. auf dem Rücken des Schwanzes der Forelle und des Lachses (Fig. 550), auch Finnen mit strahlenlosen nur von Fett erfülltem Zellengewebe, welche man Fettfinnen nennt. Diejenigen Fische, deren Finnen sämmtlich weiche, gegliederte oder verästelte Strahlen haben, bis etwa auf den ersten Strahl der vordersten Rückenfinne, werden Weichflosser (Malacopterygii) * genannt, während diejenigen, welche wenigstens in der ganzen ersten Rückenfinne, oder, wenn nur eine zusammenhangende Rückenfinne da ist, wenigstens in dem vordern Theile von dieser, stachlige Strahlen haben, Stachelflosser (Acanthopterygii) genannt werden. Diese Unterscheidung stimmt größtentheils mit der Eintheilung nach den Schuppen überein, indem die meisten Ktenoiden Stachelflosser, die meisten Cycloiden aber Weichflosser sind. Jedoch ist diese Uebereinstimmung nicht durchgängig. — Noch ist zu bemerken, daß bei manchen Fischen stachlige Strahlen, entweder ein einzelner allein oder mehre solche hinter einander, auf dem Vordertheile des Rückens ganz frei stehen, ohne durch eine Haut mit der Rückenflosse verbunden zu sein. Ein Beispiel bietet der gemeine kleine Stichling (Gasterosteus aculeatus) (Fig. 551). In diesem Falle sind die Stacheln starke Vertheidigungswaffen für die Thiere. — Keinem Fische fehlen die senkrechten Finnen gänzlich. Bei den Schollen (Fig. 543) stehen sie sogar auch am Kopfe.

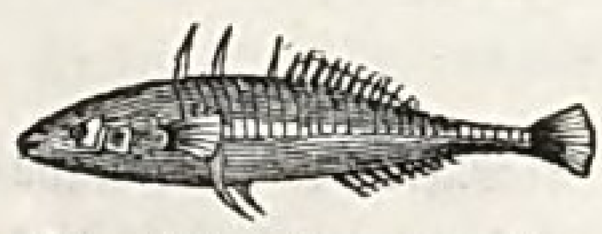


Fig 551. Der gemeine Stichling (Gasterosteus aculeatus). — nat. Gr.

Die wagerechten, paarigen Flossen (pteryges) fehlen mitunter, aber nur das hintere Paar völlig, wie beim Schwertfische (Fig. 561), Aale und manchen andern mit letzterm verwandten Gattungen (Fig. 546), die man aus diesem Grunde Kahlbäuche (Apodes) nennt. Das vordere Paar ist, wenn auch mitunter klein, so doch stets vorhanden, und steht allemal unmittelbar hinter den Kiemen, bald höher an den Seiten, bald mehr unten; dasselbe übertrifft das hintere Paar regelmäßig und ist mitunter so ausgedehnt, daß diese Flossen gewissen Fischen die Fähigkeit verleihen, sich derselben zum Flattern zu bedienen, wie bei dem Flederfische (Exocœtus) und dem Meerweih (Fig. 552). Die Vorderflossen werden auch wohl Brustflossen (Pteryges pectorales) genannt. Das hintere Flossenpaar ist nicht allein oft sehr unbedeutend und häufig an der Unterseite so nahe zusammengedrängt, daß eigentlich nur eine doppellappige Flosse wahrgenommen wird, sondern es wechselt auch seinen Ort bei den verschiedenen Gattungen in hohem Grade, indem es bald an irgend einem Theile des Bauches hinter den Vorderflossen steht, wie bei den Karpfen, Hechten (Fig. 553), Lachsen und

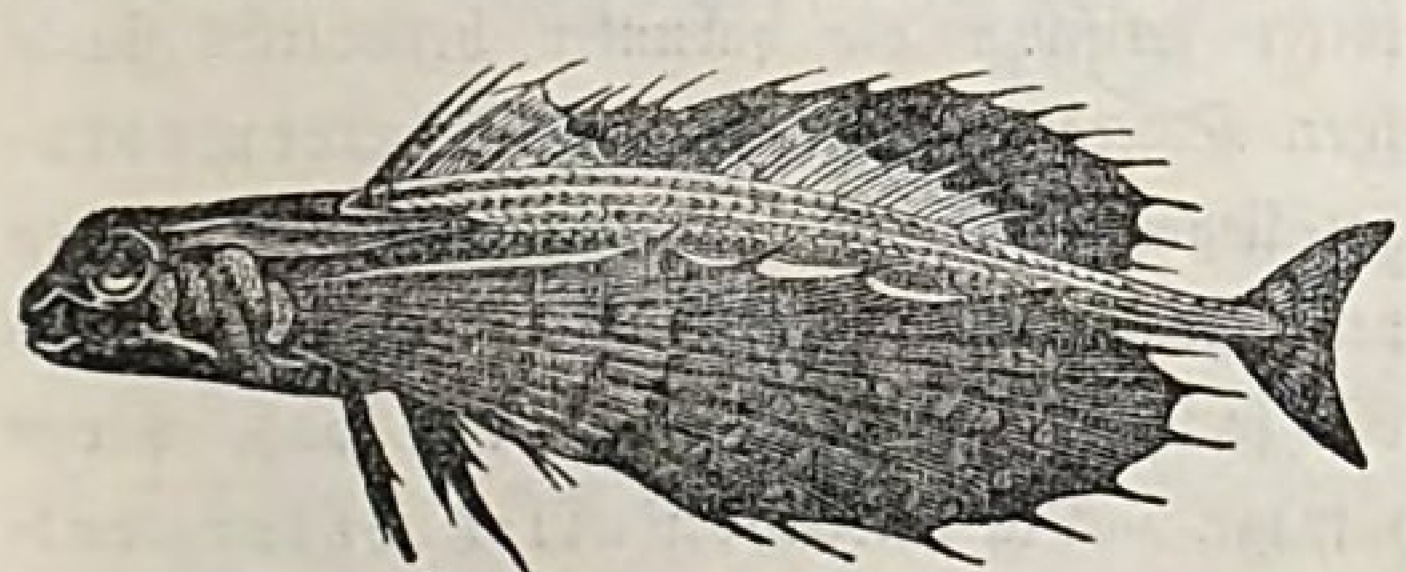


Fig. 552. Der Meerweih (Dactylopterus volitans) 1/4 d. nat. Gr.

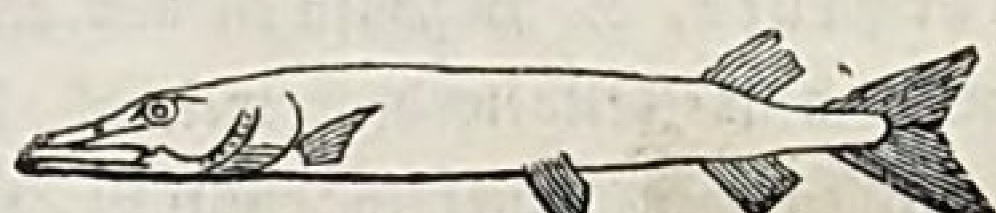


Fig 553 Der gemeine Hecht (Esox lucius) 1/10 d. nat. Gr.

* Gewöhnlich machten die Naturforscher bisher keinen bestimmten Unterschied zwischen Flossen und Finnen, und sie nannten somit auch die letztern mit wenigen Ausnahmen Flossen (Pteryges).

andern Fischen, welche man hiernach Bauchflosser (Abdominales) nennt, oder gerade unter und zwischen den Vorderflossen, wie bei den Barschen, Thunfischen (Fig. 554) und andern sogenannten Brustflossern (Thoracici), oder gar vor den Vorderflossen an der Kehle, wie bei den Schellfischen (Fig. 555), Schollen, Schiffshaltern und andern Kehlflossern (Jugulares sive Subbranchiales). Die Hinterflossen heißen im Allgemeinen, ohne Rücksicht auf ihre Stellung, auch wohl Bauchflossen (Pteryges abdominales). — Die paarigen Flossen enthalten ebenso, wie die unpaarigen Finnen, verschiedenartige Strahlen. Auch bei diesen kommt der Fall vor, daß einzelne zuvörderst stehende als freie Stacheln erscheinen, ja zuweilen sind statt der ganzen Bauchflossen nur zwei einzelne Stacheln vorhanden, wovon abermals der Stichling (Fig. 551) ein Beispiel bietet.

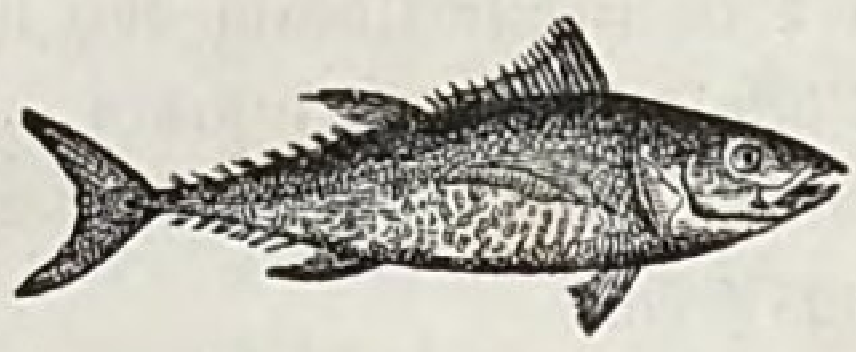


Fig. 554 Der Thunfisch (Scomber thynnus). 1/120 d. nat. Gr.

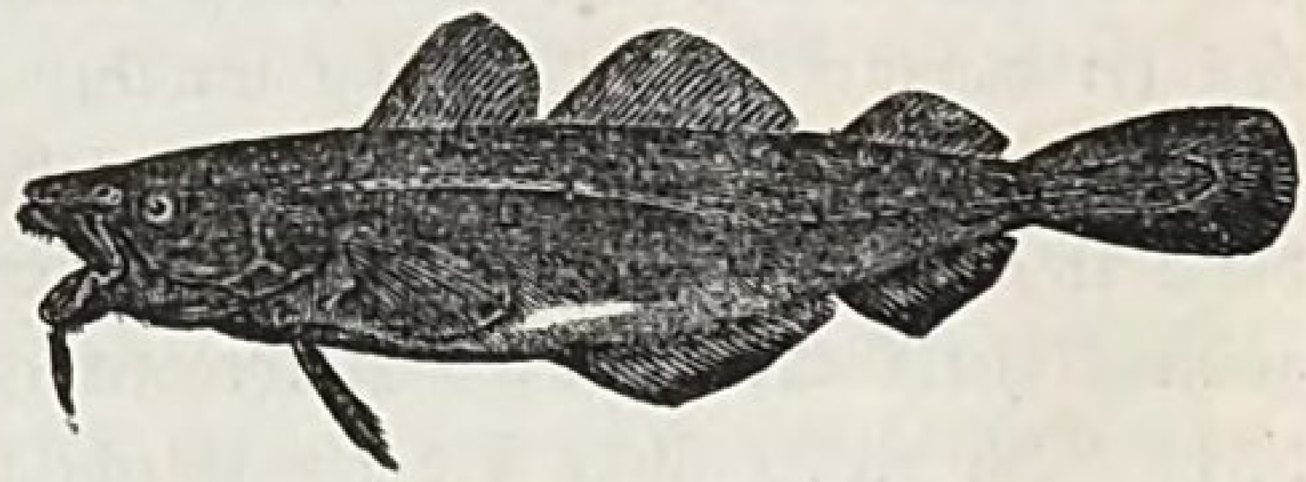


Fig. 55. Der Kabliau-Schellfisch (Gadus morrhua). 1/10 d. nat. Gr.

Ein besonders Hautgebilde besitzt das Fischchen, welches man, weil es im Stande ist, sich mit jenem Hülfsmittel an Schiffen ebenso wie an andern Fischen fest zu halten, Schiffshalter (Fig. 556) nennt. Auf dem Kopfe (Fig. 557) bildet die Haut nämlich einen vertieften Schild, von eiförmigem Umrisse, aus dessen Vertiefung sich eine Knorpelleiste der Länge nach in der Mittellinie erhebt, während zu beiden Seiten von dieser Knorpelleiste eine Anzahl von kürzeren Querleisten steht Indem das Thierchen diesen Schild fest an einen andern Gegenstand andrückt, hält es sich daran fest, wie mit einem Saugwerke.

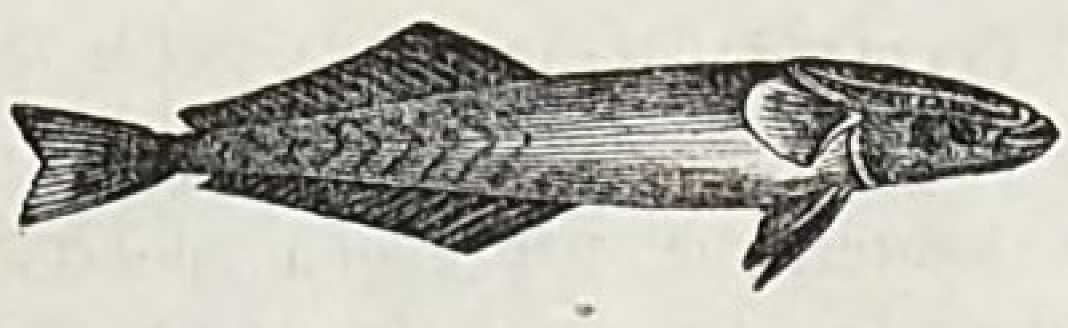


Fig. 556. Der Schiffshalter (Echeneis remora) 1/10 d. nat. Gr.

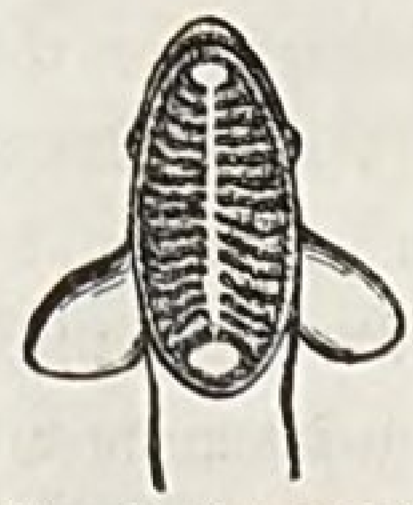


Fig. 557. Der Kopf des Schiffshalters. 1/5 d. nat. Gr.

Zunächst unter der Haut der Fische findet sich eine dichte Lage von Zellgewebe, von welchem häutige Querblätter zwischen die darunter befindliche starke Muskelmasse eindringen. Diese häutigen Querblätter, welche man Intermuskularhäute, d. h. zwischen den Muskeln liegende Häute, nennen kann, entsprechen ganz dem Zellgewebe, welches bei den übrigen Wirbelthieren die Zwischenräume zwischen den Muskeln ausfüllt und oft so sehr mit Fett erfüllt ist, daß es den Namen Fetthautgewebe mit Recht trägt. Die Knochen aller Thiere entwickeln sich innerhalb solchen Zellgewebes. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Zellen füllen sich mit einer mehr oder weniger bedeutenden Menge von einem gewissen Leimstoffe, dem Chondrin, welchem sich allmählig mehr und mehr phosphorsaurer Kalk beigesellt. Die Zellenräume bleiben dabei anfangs in

ihrer ursprünglichen Form; so finden wir dieselben in den unvollkommenen Knochen, den **Knorpeln**. Durch die Zunahme der Kalkmasse werden die Zellen aber mehr und mehr beengt und umgestaltet, und es bleiben endlich nur sehr geringe spindelförmige Hohlräumchen (durch Mißverständniß „Knochenkörperchen" genannt), welche mit sehr wunderlichen haarfeinen Röhrchen mannigfach in die steinige Zwischenmasse verhärteten Leimstoffes und Kalkes verzweigt erscheinen. **Verknorpelungen** und **Verknöcherungen bilden sich im Intermuskulargewebe, jedesmal an denjenigen Punkten, wo die Muskeln sich vorzugsweise an dasselbe heften und einen Stützpunkt suchen.** Es ist daher sehr begreiflich, daß diejenigen Thiere in ihrem Knochenbau die größte Aehnlichkeit besitzen, deren Muskeleinrichtung die größte Uebereinstimmung zeigt, und folglich wiederum, da die Einrichtung der Muskeln der Lebensweise angepaßt ist, diejenigen Thiere, welche in ihrer Lebensweise am meisten verwandt sind. Bei Untersuchung der Fische erhalten wir Aufklärung sowohl über die Gründe der allgemeinen Beziehungen, zwischen dem Knochenbau aller verschiedenen Wirbelthiere, als auch über die auffallenden Besonderheiten, welche bei einzelnen Klassen, Ordnungen, Familien oder Geschlechtern sich vorfinden, sei es nun, daß diese Besonderheiten in dem Vorhandensein gewisser besonderer Knochen, oder daß sie in der ungewöhnlichen Form anderer, oder endlich in der gemeinsamen Vereinigung mehrer solcher zu einem Stücke bestehen mögen. Bei der großen Einfachheit der Muskulatur (Fig. 558) der Fische ist es möglich, die Lage der Intermuskularblätter des ganzen Thieres zu übersehen, und

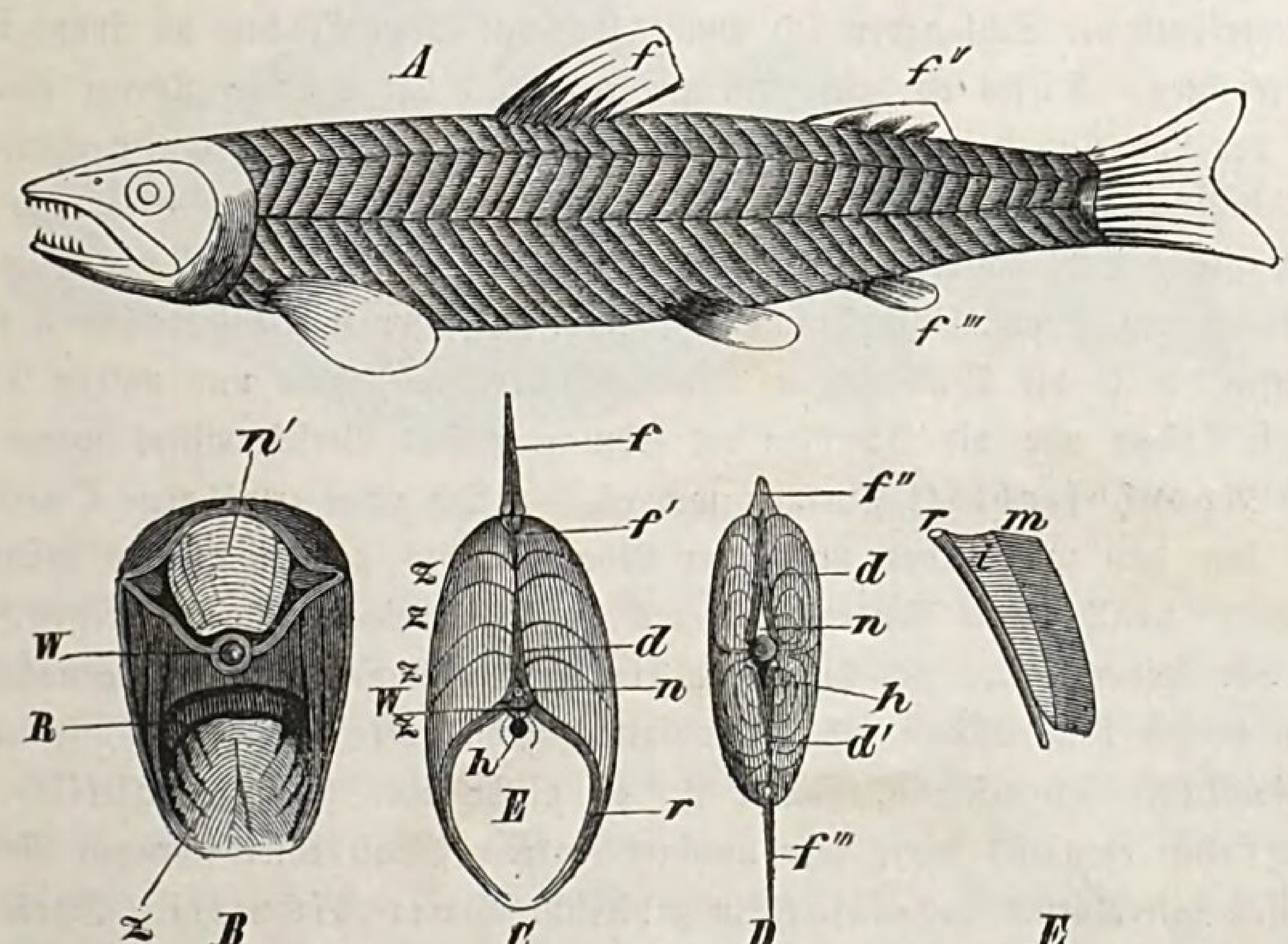


Fig. 558. Die Muskulatur der Forelle (Salmo fario). — ½ d. nat. Gr.

A Die große Seitenmuskelmasse, durch Intermuskularhäute in einzelne regelmäßige Lagen getheilt — *f* Rückenfinne; — *f'* Fettfinne; — *f'''* Afterfinne.

B Querdurchschnitt des Hinterhauptes; — *n'* (Neurapophysenkanal) Gehirnkapsel mit dem Gehirne; — *W* (Wirbelkörper) Grundstück des Hinterhauptbeines; — *R* Rachenhöhle; — *z* Zunge mit den Kiemenbögen.

C Querdurchschnitt in der Gegend der Rückenfinne; — *f* Strahl der Rückenfinne; — *f'* Träger desselben; — *d* senkrechter oberer Dorn; — *n* Neurapophysenkanal; — *W* Wirbelkörper; — *h* Hämatapophysenkanal; — *r* Rippe; — *E* Eingeweidehöhle; — *z* Intermuskularblatt.

D Querdurchschnitt durch die Fett- und Afterfinne; — *f''* Fettfinne; — *d* senkrechter oberer Dorn; *n* Neurapophysenkanal; — *h* Hämatapophysenkanal; — *d'* senkrechter unterer Dorn; — *f'''* Afterfinnenstrahl.

E Eine der Muskellagen; — *m* Muskel mit deutlich faseriger Struktur; — *i* Intermuskularblatt; — *r* Rippe.

so verrathen uns diese Thiere den allgemeinen Grundriß, nach welchem, mit jedesmaliger besonderer Zweckdienlichkeit für die Lebensweise jeder Klasse, das Knochengerüst aller Wirbelthiere gebaut zu sein scheint. Bei der vergleichenden Betrachtung des Knochenbaues der verschiedenen Fische, findet man nämlich bald den Schluß, daß nicht allein überall, wo die Muskulatur feste Stützpunkte erfordert, einzelne Knochen, durch zweckmäßige Ablagerung von Kalk, in passender Form und Stärke ausgebildet werden können, sondern daß selbst die ganzen Intermuskularblätter einer allgemeinern Verknöcherung fähig sind. Von letzterm Verhältnisse bieten die unmittelbar unter der Haut der Fische z. B. im Zellgewebe der Wangen u. s. w. sich findenden Knochenplatten ein Beispiel. Die Vergleichung der Knochen des Schädels, insbesondere der Hirnschale, mit der Rückenwirbelsäule, wird uns sogleich ein anders Beispiel geben.

Vom Schädel bis zur Schwanzspitze des Fisches erstreckt sich die Wirbelsäule. Dieselbe befindet sich da, wo die wichtigsten Intermuskularblätter sich kreuzen und sie ist daher das Stammgerüst des ganzen Körpers. Bei einem ganz jungen, erst in der Entwicklung begriffenen Fische ist die Wirbelsäule nur ein knorpeliger Strang von Zellgewebehaut umhüllt. Unmittelbar über demselben verläuft der Rückenmarkstrang, unmittelbar unter demselben aber die große Körperschlagader des Thieres. Zwei Intermuskularhautblätter fügen sich von beiden Seiten so an diesen Knorpelstrang, daß sie sich innig an seine Seiten anschmiegen und zugleich sowohl das Rückenmark, wie die große Schlagader umhüllen, oberhalb des Rückenmarkes aber, sowie unterhalb der Schlagader sich unmittelbar mit ihren Flächen an einander legen und vereinigen. Dieses doppelte Intermuskularblatt hat also im Körper eine senkrechte, der Länge nach gerichtete Lage und theilt gleichsam den ganzen Körper des Fisches in zwei seitliche Hälften. Es bildet für das Rückenmark oberhalb, sowie für die große Schlagader unterhalb des Knorpelstranges einen Kanal (Neurapophysenkanal und Hämatapophysenkanal). In diesem doppelten Blatte bilden sich die Apophysen, d. h. die Wirbelbogen und die senkrechten obern und untern Dornen, sowie die Träger und die Strahlen der Finnen. Des Verständnisses wegen möge es das Apophysenblatt genannt werden. — Die oben erwähnten Querblätter, welche von dem unmittelbar unter der Lederhaut des ganzen Thieres befindlichen Zellgewebe zwischen die Muskelmasse des Rumpfes hineindringen, treffen, regelmäßig von beiden Seiten sich begegnend, im Rücken- und Schwanztheile unmittelbar an dem vorhin beschriebenen Apophysenblatte zusammen (Fig. 558 D), soweit aber die Leibeshöhle sich erstreckt, finden sie an dieser ihre Begrenzung (C). Diese Blätter stehen ebenfalls mehr oder weniger senkrecht, mit einer schrägen Neigung; sie theilen den Körper des Thieres in zahlreiche Querabschnitte. Jedesmal an dem Punkte, wo ein Querblatt das Apophysenblatt trifft, entsteht innerhalb des letztern eine Verknöcherung, welche einen obern und einen untern Bogen und Dorn erzeugt und, indem sie sich bis in den Knorpelstrang fortsetzt, in diesem die Bildung eines Wirbelkörpers veranlaßt. Soweit die Leibeshöhlung sich erstreckt, pflegen die untern Bogen meistens nicht geschlossen zu sein und die untern Dornen ganz zu fehlen. In jedem Querblatte, welches innerlich an der Leibeshöhle seine Grenze findet, erzeugt sich jederseits eine Rippe. Allein außer diesen Rippen bilden sich in den Querblättern noch häufig andere Knochen, welche nicht selten Rippen sehr ähnlich

sind, ja diese sogar mitunter an Dicke übertreffen. Solche Nebenrippen fügen sich mit ihrem innern Ende bald an die Wirbel, bald an die obern Dornen, bald an die eigentlichen Rippen.

Denken wir uns am vordern Ende der Wirbelsäule das Rückenmark sehr stark angeschwollen, so daß der Neurapophysenkanal außerordentlich weit sein muß. Denken wir uns hier das ganze Apophysenblatt oberhalb des Knorpelstranges und mit diesem in seiner ganzen Erstreckung mehr oder weniger vollständig verknöchert, so erhalten wir einen kapselartig erweiterten knöchernen Kanal, mit einem senkrechten Knochenkamme. Nichts anders ist die Gehirnkapsel der Fische (Fig. 558 B); eine recht genaue Betrachtung der einzelnen Abtheilungen dieser Gehirnkapsel zeigt, daß dieselbe dreien breiten Wirbeln entspricht. Ausgezeichnet deutlich erkennt man meistens in dem Hinterhauptsknochen die wirbelartige Natur. Da nun aber der Schädel der Fische ohne Zwang sich mit dem Schädel eines Nackthäuters, eines Schilderthieres, eines Vogels, eines Haarthieres, eines Menschen vergleichen läßt, so ergibt sich daraus, daß auch bei diesen der Schädel nichts anders sei, als der erweiterte vordere Theil der Wirbelsäule.

Betrachten wir indessen, ohne in ähnlicher Weise auch den Grundriß der Gliedmaßen zu entwickeln, das Skelett der Fische in seiner gewöhnlichen Beschaffenheit (Fig. 559). Wir nehmen hier, mit Ausnahme der bei dieser Klasse stets sehr

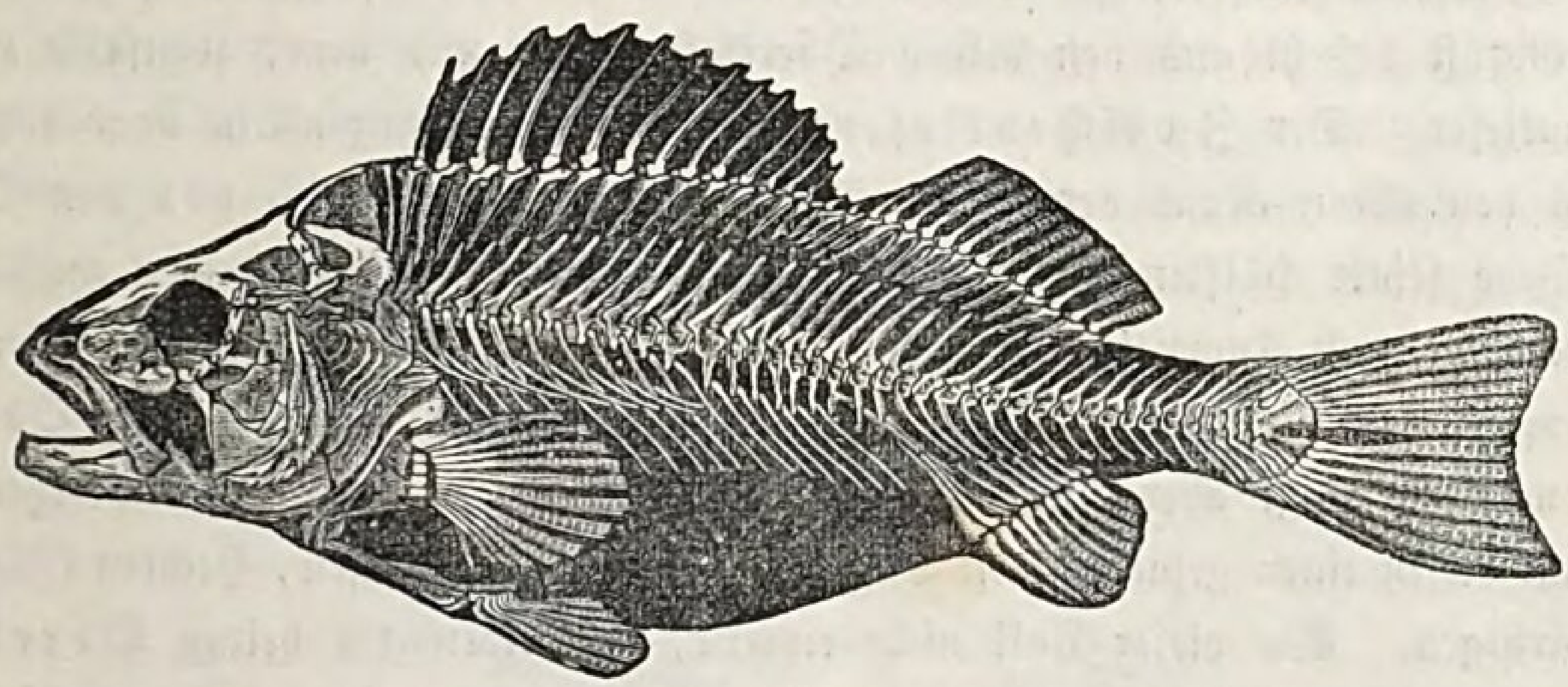


Fig. 559. Das Skelett des gemeinen Flußbarsches (Perca fluviatilis).

unvollkommen entwickelten Schulter- und Beckengerüste, sowie der Knochen der Gliedmaßen, einestheils die gleichen Knochenstücke des Kopfes und des Rumpfes wahr, welche bei den übrigen Klassen vorzukommen pflegen, anderntheils aber finden wir noch eine große Menge anderer Knochen, theils innerlich zwischen den Muskellagen, theils auch unter der Haut des Kopfes. Diese letztern Knochen sind verschiedenartig gestaltete deckelförmige Platten. Die Knochen des eigentlichen innern Skelettes, bei den Fischen Gräten genannt, sind häufig nur unvollkommen verknöchert, enthalten nie innen einen Markkanal, stehen nur in lockerer Verbindung mit einander und sind in minder bestimmter Zahl vorhanden, als bei den früher betrachteten Klassen der Wirbelthiere. — Verhältnisse, welche sämmtlich nur bei noch unentwickelten oder wenigstens jungen Thieren dieser letztern Klassen ganz ähnlich beobachtet werden, und welche also beweisen, daß diese als vollkommener entwickelte, höher ausgebildete zu betrachten sind. —

Die Gehirnkapsel ist schmal und enge und trägt, besonders am Hinterhaupte,

eine mehr oder minder hohe Dornleiste. Im Allgemeinen erkennt man leicht die Hinterhauptsbeine, Schläfenbeine und Stirnbeine, aber dieselben bilden meistens nicht zusammenhangende Knochenplatten, sondern in der allgemeinen Knorpelmasse, welche jedem Theile zu Grunde liegt, pflegen sich mehre, nicht völlig mit einander vereinigte Knochenpartieen zu finden. So besteht jedes Schläfenbein aus drei verschiedenen Stücken, und das, bei den höchsten Wirbelthieren auch mit demselben vorschmolzene, Quadratbein besteht hier aus mindestens zweien, meistens vieren, mitunter sogar fünf verschiedenen Stücken. Nur die Vergleichung dieser einzelnen Knochenstücke mit denjenigen, welche sich bei den Embryonen höherer Klassen vorübergehend finden und bei denselben frühzeitig mehr oder weniger zusammenwachsen, kann uns über das wahre Verhältniß der einzelnen Knochenstücke des Fischschädels zu den Knochenstücken des Schädels höherer Thiere aufklären. — Mehr oder weniger knorpelig bleibt die Gehirnkapsel der Fische immer. Das unter dem Hinterhauptsloche befindliche Grundstück des Hinterhauptes zeigt eine trichterförmige, jedoch mit Knorpelmasse ausgefüllte Gelenkvertiefung, welche für die Befestigung an der Wirbelsäule dient. Nach vorn verschmälert die Gehirnkapsel sich sehr und zwischen den Augen bilden die Fortsetzungen ihrer ganz zusammengetretenen Seitenwände nur eine gemeinsame Scheidewand. Unter dieser Scheidewand liegt das sogenannte Pflugschaarbein, gleichsam der vorderste Ausläufer der Wirbelsäule, welches mehr oder weniger lang gegen vorn vorragt und den Schnauzentheil, sowie insbesondere das Oberkiefergerüst stützt. Dieses letztere Gerüst besteht aus den beiden Oberkieferbeinen und dem, ebenfalls paarigen Zwischenkiefer. Der Zwischenkiefer liegt, entweder ganz allein oder doch größtentheils den obern Rand der Mundöffnung bildend, gewöhnlich vor den Oberkiefern. Jede seiner Hälften hat an der mittleren Verbindungsstelle einen aufsteigenden Ast, welcher durch Knorpel oder Sehnenmasse mit dem Vorderende des Pflugschaarbeines verbunden ist. Diese Aeste treten oft gerade zwischen die beiden Oberkieferbeine; mitunter liegt aber auch der ganze Zwischenkiefer zwischen den letztern und bildet mit diesen einen gemeinsamen Bogen, z. B. bei den Lachsen, Hechten (Fig. 560) und Häringen. Wo dieser Fall nicht eintritt, da bilden die beiden Oberkieferbeine einen in der Mittellinie niemals fest verbundenen, nur durch Knorpelsehnen an das Pflugschaarbein befestigten Bogen hinter dem Zwischenkieferbogen, und sie begrenzen die Mundöffnung höchstens an den Seiten gegen die Mundwinkel. Beim Schwertfische (Fig. 561) verwachsen die Oberkiefer, der Zwischenkiefer und der Pflugschaarknochen zu einer spießförmigen Verlängerung der Schnauze, welche eine

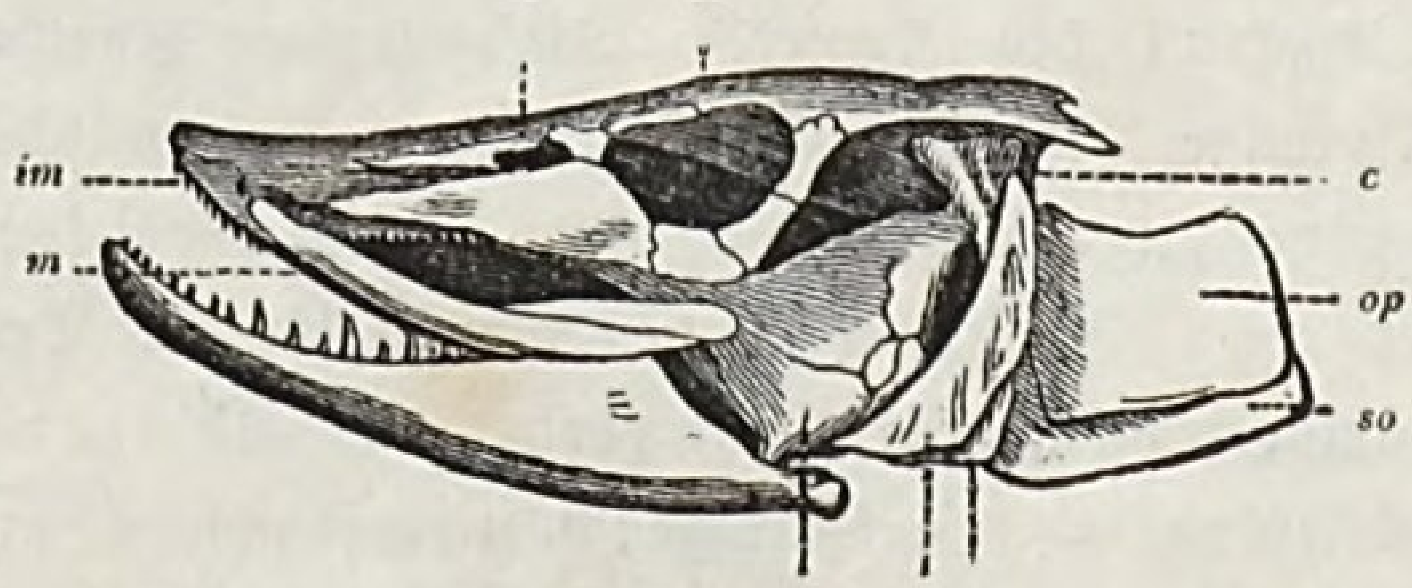
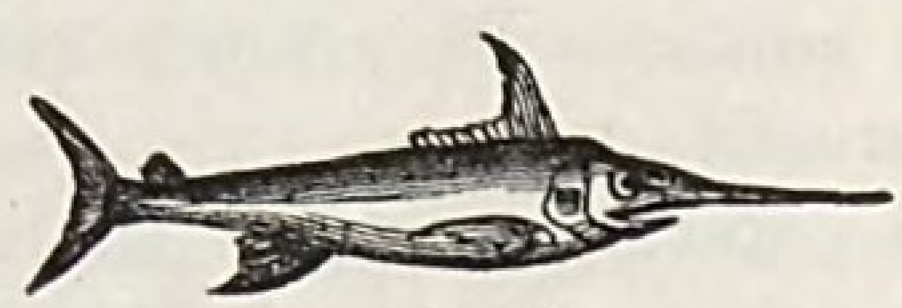


Fig. 560. Der Schädel des Hechtes (Esox lucius) mit dem Kiemendeckelapparate. *


Fig. 561. Der Schwertfisch (Xiphias gladius). $^{1}/_{150}$ d. nat. Gr.

* *im* Zwischenkieferbein; — *m* Oberkiefer; — *n* Nasengrube; — *or* Augenhöhle; — *c* Hirnschale; — *t* ein Theil des Quadrat- und Jochbeines; — *p* Vordeckel; — *io* Zwischendeckel; — *so* Unterdeckel; — *op* Hauptdeckel.

starke Waffe für dieses Thier bildet und Schwert genannt wird. — Der Unterkiefer der Fische besteht aus zwei, in der Mittellinie nur durch ein Sehnenband zusammengehaltenen Aesten, bedeutend größer als Zwischenkiefer und Oberkiefer. Jeder Ast bildet sich aber aus 3 bis 4, ja mitunter sogar 6 vereinigten Knochen. Wie groß die Zahl der Knochenstücke zu sein pflegt, vermittelst deren der Unterkiefer an dem Schädel befestigt ist und welche zusammen dem Quadratbein und Jochbeine anderer Wirbelthiere entsprechen, ist oben schon erwähnt worden. Unmittelbar hinter dieser Knochenreihe liegen, die Seiten des Fischkopfes bedeckend und den dort befindlichen Muskeln einen festen Anhalt gewährend, die Kiemendeckel, welche als Verknöcherungen in dem unter der Haut befindlichen Zellgewebe zu betrachten sind. Sie schließen, beweglichen Klappen vergleichbar, die Kiemenspalten. Ein gewöhnlich halbmondförmiger Knochen, der Vordeckel (præoperculum) genannt, bildet, indem er selber meistens mit dem Unterkiefergelenke in Berührung steht, den Uebergang von den vorhin genannten Gelenkknochenstücken zu den übrigen Deckelstücken. Der Hauptdeckelknochen (operculum) bildet meistens eine stumpf viereckige Knochenplatte, ist durch ein Gelenk mit dem Schläfenbeine des Schädels, durch sehniges Hautgewebe mit den übrigen Deckelstücken verbunden. An seinen unteren Rand fügt sich der schmale Unterdeckel (suboperculum) und zwischen diesem und dem Vordeckel liegt der Zwischendeckel (interoperculum). Andre Hautknochen liegen im Angesichte des Fisches theils rings um die Augenhöhlen, theils zu beiden Seiten der Schnauze. Von großer Wichtigkeit ist endlich der Bau des Zungenbeines (Fig. 562). Dieses besteht aus einer Reihe in der Mittellinie der Zunge befindlicher Knochen, deren vorderster den beweglichen Theil der Zunge stützt, während der hinterste wie ein breiter, senkrechter Kiel in der Kehle liegt. An des Zungen=

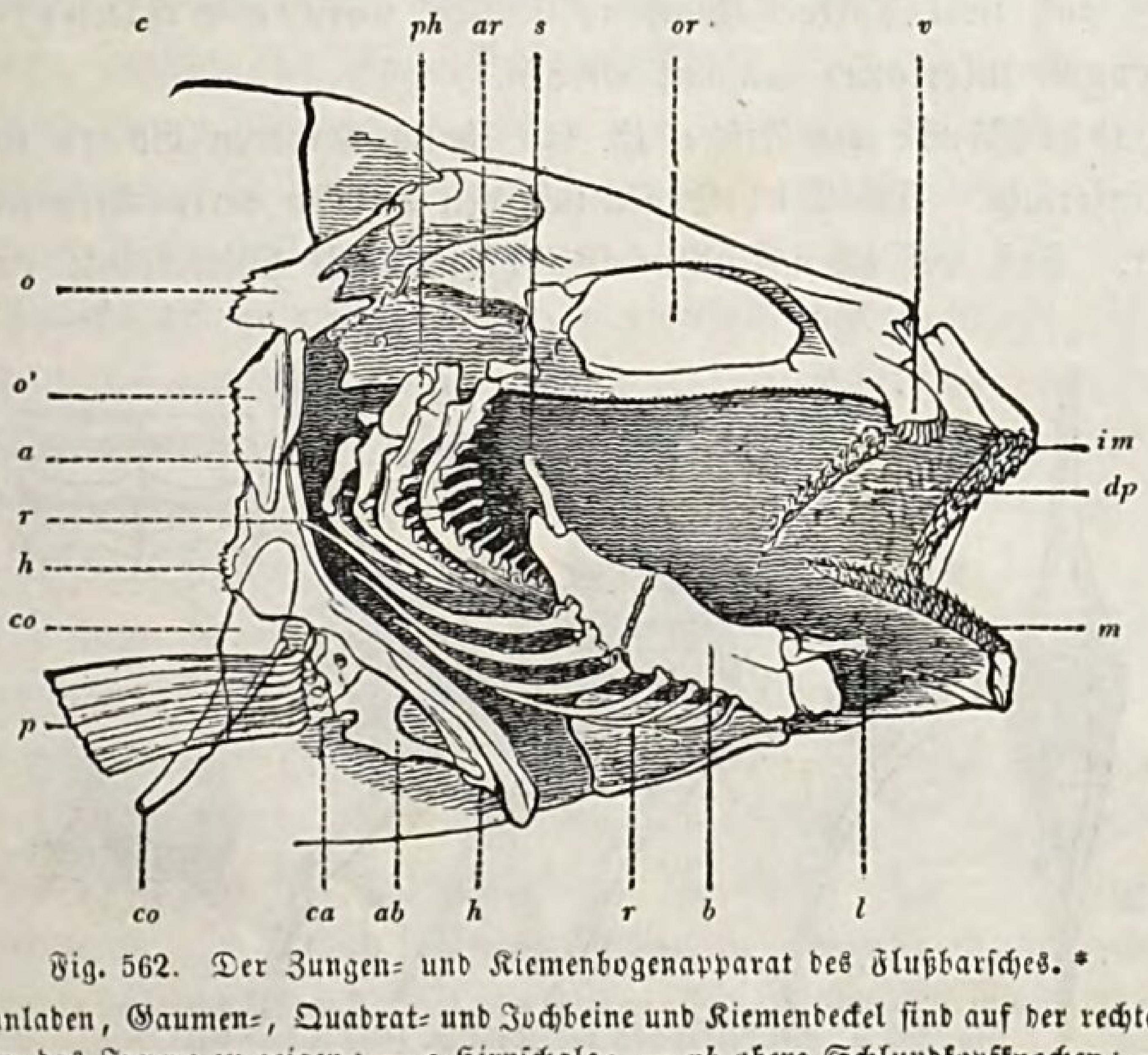


Fig. 562. Der Zungen= und Kiemenbogenapparat des Flußbarsches. *

* Die Kinnladen, Gaumen=, Quadrat= und Jochbeine und Kiemendeckel sind auf der rechten Seite weggenommen, um das Innere zu zeigen: — *c* Hirnschale; — *ph* obere Schlundkopfknochen; — *ar* Gelenkfläche für das Quadrat=Jochbeingerüst; — *s* Stütze, welche das Quadrat=Jochbeingerüst mit dem Zungenbein verbindet; — *or* Augenhöble; — *v* Pflugscharbein, mit Zähnen besetzt; — *im* Zwischenkieferbein; — *dp* Zahnreihe der Gaumenbeine; — *m* Unterkiefer; — *l* Zungenbein; — *b* einer der breiten Zungenbeinäste, darunter der Mittelkiel des Zungenbeines; — *r* Kiemenstrablen; — *h* Schlüsselbein; — *ab* Armknochen; — *ca* Handknöchelchen; — *co* Rabenschenabelbein; — *p* Brustflosse; — *o'* Schulterblatt; — *a* Kiemenbögen.

trägers hinterem Ende fügt sich an diese Knochenreihe beweglich jederseits ein starker Seitenast, der selbst aus zwei Knochenstücken besteht, den Zungenbeinhörnern der Spechte und anderer Thiere entsprechend, und so benannt. Diese Zungenbeinhörner sind durch einen knöchernen oder knorpeligen Stiel an die Gelenkknochen, welche den Unterkiefer mit dem Schläfenbeine verbinden, sowie durch ein sehniges Band an den Zwischendeckelknochen befestigt. Es folgt hieraus, daß der Fisch weder den Unterkiefer bewegen kann, ohne zugleich die Zunge und die Kiemendeckel zu bewegen, noch umgekehrt. Oeffnet der Fisch das Maul und streckt er, um zu schlucken, die Zunge vor, so drücken sich die Kiemendeckel fest anschließend an den Hinterrand der Kiemenspalten; schließt der Fisch das Maul und zieht er schluckend die Zunge zurück, so öffnen sich die Kiemendeckel, und das eingeschluckte Wasser fließt durch die offenen Kiemenspalten frei heraus. Zur Vermehrung dieses Zusammenhanges dient besonders auch noch eine verschiedene Anzahl von schmalen, säbelförmigen, platten Knochenstücken, welche Kiemenstrahlen genannt werden und welche sich einerseits an eins der Zungenbeinhörner, andrerseits aber an den untern Rand des Kiemendeckelgerüstes anfügen. Hinter den großen vordersten Zungenbeinhörnern trägt das Zungenbein der Fische zunächst noch vier dünnere Paare von Zungenbeinhörnern, welche sich, bogenförmig rückwärts aufsteigend, mit ihrem obern Ende wieder vorwärts und nach Innen krümmen, und so sich an die Unterfläche der Gehirnkapsel heften. Sie sind gegliedert. Da dieselben die Kiemen der Fische tragen, so nennt man sie Kiemenbogen. Die dickeren Gliederstücke, mit welchen sie sich zunächst an die Gehirnkapsel anfügen, liegen gerade über dem Schlundkopfe und heißen obere Schlundkopfknochen, (ossa pharyngea superiora). Ein fünftes, hinterstes Kiemenbogenpaar, welches nur unvollständig ausgebildet ist und nie Kiemen trägt, besteht aus zwei starken Knochen, welche untere Schlundkopfknochen (ossa pharyngea inferiora) genannt werden.

Die Wirbelsäule der Fische ist von ihrem vorderen bis zu ihrem hinteren Ende sehr einförmig. Die Wirbelbogen mit den Dornen verknöchern früher, als die Wirbelkörper. Fast bei allen Fischen ist übrigens die Wirbelsäule noch theilweise

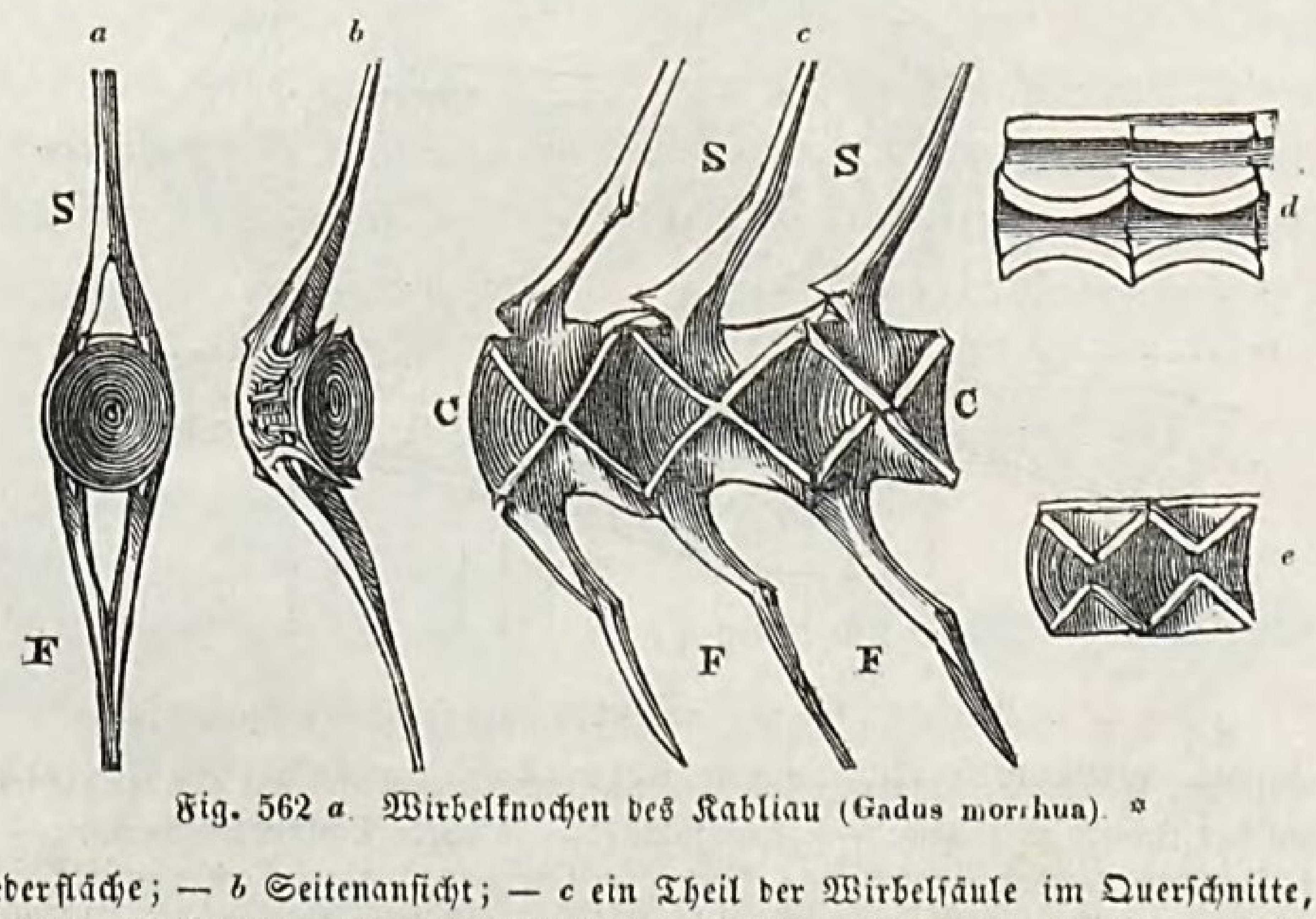


Fig. 562 *a*. Wirbelknochen des Kabliau (Gadus morrhua). *

* *a* Vorderfläche; — *b* Seitenansicht; — *c* ein Theil der Wirbelsäule im Querschnitte, um die zwischen den Wirbeln bleibenden, mit Knorpelgallerte erfüllten Räume zu zeigen; — *d* ein Durchschnitt durch zwei Wirbel, während der unvollkommenen Verknöcherung; — *e* ein Durchschnitt durch zwei Wirbel eines Fischschilderthieres, des Stachelhaies (Squalus centrina). — C Wirbelkörper; — S obere Dornen; — F untere Dornen. — Bei *a* sieht man den Neurapophysen- und den Hämatapophysenkanal.

knorpelig. Die Wirbelknochen (Fig. 562 a) sind auf ihrer Vorder- und Hinterfläche stark trichterförmig vertieft, jedoch ist die Vertiefung stets mit Knorpelmasse ausgefüllt. Durch diese Einrichtung der Gelenkflächen ist Beweglichkeit den Fischen nur insofern möglich, als die Knorpelmasse, welche die einzelnen Wirbel verbindet, sehr biegsam ist. Krümmung nach oben oder unten wird durch die senkrechten Dornen verhindert und kann also nur bei den Fischen stattfinden, bei welchen diese Dornen sehr kurz sind. Die Fische mit hohen Dornen können nur Seitenkrümmungen machen. Die Zahl der Wirbel ist bei den Fischen sehr verschieden, bei einigen beschränkt sie sich auf 20 bis 30, beim Aale steigt sie über 100, und beim Zitteraale finden sich über 200 Wirbel. Eine Unterscheidung besonderer Halswirbel ist nicht möglich; da meistens gleich der erste Wirbel hinter dem Kopfe Rippen trägt; höchstens ist eine ganz geringe Zahl von rippenlosen Wirbeln vorhanden, welche dann aber besondere Seitenfortsätze tragen, wie beim Karpfen. Stets sind die Wirbel der Fische mit oberen und unteren Wirbelbogen und Dornen versehen. Die Bogenschenkel besitzen nicht selten nach vorn und hinten gerichtete Gelenkfortsätze, durch welche die Verbindung der Wirbel inniger wird. Die Dornen sind im Allgemeinen sehr lang und dünn, nadel- oder pfriemenförmig; am Längsten bei den hochrückigen schmalen Fischen, wie z. B. den Schollen. Dagegen sind die oberen Dornen sehr kurz bei den aalartigen Fischen. Bei diesen letztern werden die Wirbel gegen den Schwanz hin immer kleiner. Der letzte Schwanzwirbel ist bei allen Fischen, welche eine regelmäßige, gleichgabelige (homocerke) Schwanzfinne besitzen, sehr eigenthümlich geformt, um die Strahlen jener Finne zu tragen, nämlich von beiden Seiten gänzlich plattgedrückt und in demselben Maaße vertikal ausgebreitet. Auch die untern und obern Dornen der zunächst stehenden Wirbel sind zu demselben Zwecke breit und platt geformt. Diese Bildung, welche in hohem Grade an dem Schwanzwirbel der Vögel erinnert, entsteht im Entwicklungsalter der Fische dadurch, daß der letzte Theil des Wirbelknorpelstranges, welcher eine Zeitlang aufwärts gekrümmt war, allmählig verkümmert, sich verkürzt und plattenförmig ausbreitet; und während zuvor die Strahlen der Schwanzfinne sich sämmtlich auf der unteren oder Bauchfläche des gekrümmten Schwanzes entwickelten, setzen dieselben sich nunmehr gleichmäßig auf, so daß die zeitweise ungleichgabelige (heterocerke) Schwanzfinne nun homocerk wird. — Die Rücken- und Afterfinnenstrahlen stehen, wie wir gesehen haben, nicht auf den Wirbeldornen; sondern in diesen Gegenden des Körpers, bilden sich, wo die Finnen es erfordern, jene eigenthümlichen Zwischenknochen (Fig 548), die Träger, zwischen den Dornen, welche nicht die Wirbelsäule erreichen, sondern sich nach Innen ausspitzen, nach der Haut zu dagegen sich verbreitern und mit einem rollenartigen Gelenkknopfe schließen. — Die Rippen der Fische befestigen sich gewöhnlich nur an der Spitze der von den untern Wirbelbogen abgehenden Querfortsätze und umschließen die Bauchhöhle nur unvollständig. Dieselben sind bisweilen sehr starke Knochen, aber stets sehr schmal im Durchmesser von vorn nach hinten, dagegen oft sehr breit in der Querrichtung. Nicht selten sind sie durch straffe sehnige Bänder mit einander verbunden. Sie spitzen sich gegen ihr Ende sehr fein zu und stehen weder mit untern Rippenbogen noch mit einem Brustbeine in Verbindung, sondern endigen frei zwischen den Muskeln. Bei einigen Fischen entwickelt sich in der Mittellinie des Bauches gleichsam als Stellvertreter des Brustbeines eine Längsreihe

stärkerer Schuppen, mitunter auch von Hautknochen, wie z. B. beim Häringe, dessen Rippen wirklich sogar in einer schwachen Verbindung mit diesen Knochen stehen. Seltener ist es, daß statt dieser Knochenreihe ein einziger Knochenstiel sich findet. — Mit den Rippen darf man die mancherlei sogenannten Nebenrippen oder Fleischgräten nicht verwechseln, welche sich in den Intermuskularblättern (Fig. 558) der Seiten- und Rückenmuskeln entwickeln und wohl gar zuweilen stärker sind als die echten Rippen. Sie stehen in verschiedenen Richtungen und sind mitunter gabelförmig verzweigt. Sehr entwickelt sind solche Gräten beim Häringe.

Mit dem Rumpfe innig verwachsen sind die unvollkommenen Knochen der Vorder- und Hintergliedmaßen. Die der Vordergliedmaßen (Fig. 562) fehlen nie völlig. Dieselben bilden ein starkes halbring- oder bogenförmiges fast nur aus einer Knochenmasse bestehendes Gerüst unmittelbar hinter jeder Kiemenspalte vom Nacken bis zur Kehle. Man erkennt indessen in den einzelnen, meistens innig mit einander verwachsenen, Knochenstücken dieses Gerüstes ein Schulterblatt, mitunter aus mehren Stücken bestehend, welches sich mit dem Hinterhauptsbeine beweglich verbindet, dann ein großes, bis zur Kehle sich erstreckendes und dort durch ein Sehnenband mit dem gleichen Stücke der andern Seite verbundenes Schlüsselbein, von dessen oberem Ende ein Anhängsel nach hinten abwärts gerichtet liegt, welches das Rabenschnabelbein ist. Anstatt der Armknochen findet man nur zwei bis drei geringe Knochen, welche sich an den Hinterrand des Schlüsselbeines schließen. Noch weit geringer sind die Knöchelchen der Hand, welche sich in dem kurzen, äußerlich hervorragenden Stummel befinden, an dessen Rande die Vorderflossen stehen. — Die unbedeutenden Knochen, welche die Hinterflossen tragen, liegen, ohne irgend mit der Wirbelsäule verbunden zu sein, nur zwischen den Muskeln des Bauches, höchstens durch Sehnen an ein Rippenpaar befestigt, oder sie stoßen an die vorderen Schlüsselbeine. Ein paariger, länglicher, platter Knochen stellt diesen Rest eines Beckengerüstes dar. Derselbe trägt nicht selten die Hinterflossen unmittelbar; bisweilen aber tritt noch eine Reihe kleiner Knöchelchen dazwischen.

Die Muskeln der Fische (Fig. 558) zeichnen sich im Allgemeinen aus durch geringe Sonderung und durch völligen Mangel längerer Sehnen. Das innere Gewebe des Muskelfleisches ist zwar nicht verschieden von dem der höheren Thiere, aber das Fleisch ist nicht zu einzelnen mehr oder weniger rundlichen Bündeln angesammelt, sondern bildet in regelmäßigen, durch Intermuskularhäute geschiedenen blättrigen Lagen gleichlaufende Schichten. Hiedurch erscheint die ganze Muskulatur jeder Seite des Rumpfes als eine große zusammenhangende Masse. Diese beiden Seitenmuskelmassen verrichten hauptsächlich die Seitenbewegungen des Fisches. Sie sind von ganz weißlicher Farbe. Nur an den Flossen sind rothe, einigermaßen besondere Muskeln mit geringen Sehnensträngen anzutreffen. Hautmuskeln fehlen ganz, bis auf wenige, welche zur Aufrichtung der Rückenstacheln oder Floßenstrahlen dienen, so daß sie kaum mehr erinnern an die Hautmuskeln der Vögel, welche alle Federn aufrichten können, sowie mancher Haarthiere.

Beim Schwimmen dienen dem Fische die senkrechten Finnen theils zur Aufrechterhaltung des Körpers, indem sie das Umschlagen verhindern, theils zur Vorwärtsbewegung. Letztere wird fast ganz allein durch die Schwanzfinne ausgeführt, indem diese, wenn der Fisch sie seitwärts bald rechts, gald links krümmt, das

Wasser zurückstößt. Manche Fische sind im Stande, sich durch ähnliche Bewegungen sogar aus dem Wasser hoch emporzuschnellen und über Hindernisse hinweg zu springen, wie der Lachs. Die paarigen Flossen, besonders die vordern, dienen hauptsächlich, um die Richtung der Bewegung zu bestimmen, indem der Fisch bald die linke, bald die rechte Flosse stärker bewegt, bald mit beiden völlig ruht oder seine gerade Richtung vorwärts oder rückwärts beschleunigt.

Die Zähne, welche bei den Fischen im ausgezeichnetsten Grade sich als Hautgebilde ausweisen, konnten nicht betrachtet werden, bevor die Theile des Skelettes erörtert waren, mit welchen sie in so fern in Beziehung treten, als die Haut hauptsächlich da, wo sie die Knochen des Maules bekleidet, Zähne zu tragen pflegt. Die Zähne mögen deßhalb hier die Betrachtung der Verdauungsorgane einleiten, für welche sie von großer Wichtigkeit sind. Der Gestalt nach sind die Zähne der Fische sehr einfach und einförmig, meistens spitzige Pfriemen, fast immer etwas gebogen und reihenweise ziemlich von gleicher Länge. Sie dienen großentheils nur, um die Beute fest zu halten. Gewöhnlich sind diese Zähne, deren Dicke sehr verschieden ist, so daß sie bald den feinsten Bürstchen, bald ziemlich starken Kegeln gleichen, auf der Außenfläche glatt. Sie sind stets wurzellos und hangen entweder beweglich in der Haut, deren obere Schicht durch Verknöcherung den faserigen Schmelz darstellt, während das Lederhautgewebe durch Aufnahme von Kalk das Zahnbein bildet, oder sie sind mit ihrem Grunde auf dem Knochen angewachsen, über welchem sie stehen. Bei manchen Fischen finden sich ganz breite, platte Zähne, von der Form einer halben Erbse oder einer Bohne, welche dann wie ein Wegpflaster die Kiefer oder andre Theile des Rachens zu bedecken pflegt, weßhalb man sie auch Pflasterzähne nennt. Unter den lebenden Fischen zeichnen sich die Meerbrassen (Sparus) und der Meerwolf (Anarrhichas) durch solche wirklich zum Zermalmen dienende Zähne aus. Der Papageifisch (Scarus) besitzt auf den starken, einem Papageienschnabel ähnlichen Kiefern sehr eigenthümliche Zähne, welche ganz wie Schuppen hinter einander liegen. — Eine Unterscheidung von verschiedenen Zahnarten nach der Stellung im Munde ist bei den Fischen kaum möglich, indem weder die Zahl noch die Stellung eine durchgehende Regelmäßigkeit zeigt. Fast alle Theile des Rachens, bis in den Schlund hinab, soweit sie von knöchernen Unterlagen gestützt werden, sind bei der einen oder andern Fischgattung zahntragend. Der Oberkiefer trägt fast nie Zähne; desto allgemeiner der Zwischenkiefer und der Unterkiefer und fast noch häufiger die Schlundkopfknochen, obere sowohl als untere, und das Hinterhauptsbein. Auch auf dem Pflugschaarbeine und den Gaumenbeinen, an den Kiemenbögen, und auf der Zunge sind sehr häufig zahlreiche Zähne vorhanden. Die Lachse und Forellen, sowie die Hechte zeigen einen außerordentlichen Zahnreichthum, indem bei diesen Thieren keinem der genannten Knochen die Zähne fehlen. Die eingeschluckte Nahrung wird durch das vierfache Gefüge der Kiemenbogenzähne verhindert, zwischen letzteren hindurch gespült zu werden, und durch die Zähne der Schlundknochen gleichsam gerädert, so daß sie nicht lebendig in den Magen gelangt. Der bekannte Karpfenstein ist eine starke Zahnplatte am Hinterhauptsbeine, gegen welche die unteren Schlundknochen wirken.

Die Zunge, kurz, breit und fleischig, aber mit harten Warzen oder mit Zäh-

nen bedeckt, wie sie ist, kann nicht dem Geschmackssinne dienen, sondern nur die Verschlingung der Nahrung unterstützen.



Fig. 563. Die Verdauungsorgane der Forelle Salmo fario.

Die Verdauungsorgane (Fig 563) sind sehr einfach. Der Magen ist nur eine geringe Erweiterung des Darmes und es hängt an demselben eine Milz, welche ihrer Kleinheit wegen kaum bemerkbar ist. Um den Ausgang des Magens liegen, anstatt der Bauchspeicheldrüse viele kleine Blinddärmchen von drüsigem Gewebe. Die Leber ist sehr groß, wie bei den Wasserthieren in der Regel, und bildet eine in mehre Lappen getheilte weiche Masse. Da die Speicheldrüsen im Rachen und Schlunde völlig fehlen, so kommen die Speisen ohne solche Feuchtigkeit in den Magen. Nichtsdestoweniger geht die Verdauung rasch von Statten, denn die meisten Fische fressen Fleisch, theils von andern Fischen (Raubfische), theils von Schilderthieren, Nackthäuteru, Insekten, Weichthieren, Würmern u. s. w. Manche sind auch sehr begierig nach dem Aase warmblütiger Thiere. Im Allgemeinen verschmähen sie fast nichts Thierisches, indem sie selbst Mist und den mit Infusionsthieren erfüllten Schlamm verschlucken. Wenige dagegen, wie die Barsche und Karpfen, lieben Wasserpflanzen. Da die Länge des Darmes und die Zahl seiner Windungen sehr verschieden ist, so öffnet sich auch der After bald am Hinterleibe, bald ganz nahe hinter der Kehle, in Uebereinstimmung mit der Lage der Hinterflossen. Die Nieren (Fig. 566) zwei sehr lange rothe Drüsen, wie geronnenes Blut aussehend, sind an den Seiten der Wirbelsäule befestigt; sie entleeren sich in eine Blase, welche über dem Mastdarm liegt und, merkwürdiger Weise, hinter dem Ende des letztern nach Außen mündet.

Die Athmungsorgane der Fische sind die Kiemen. Bei den meisten Thieren dieser Klasse existirt zwar ein Luftsack innerhalb der Leibeshöhle, welcher sich in gewisser Beziehung mit der Lunge der höhern Thiere vergleichen ließe, allein dieses Organ, die bekannte Schwimmblase (Fig. 564), steht nur mit der Speiseröhre

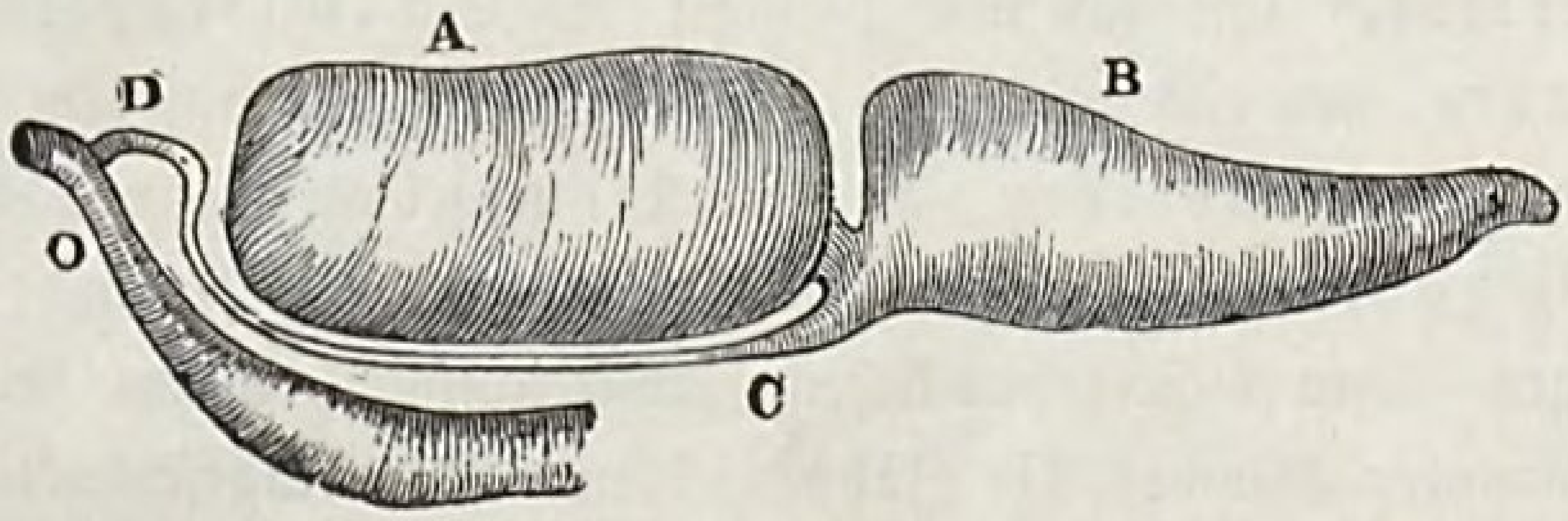


Fig. 564. Die Schwimmblase des Karpfen (Cyprinus carpio) *
* *AB* die beiden Theile der Blase; — *CD* Verbindungskanal, welcher zum Schlunde *O* hinführt.

in Verbindung, in welche sie ganz nahe am Magen einmündet. Sie dient weniger zum Athmen, als vielmehr durch die darin enthaltene Luft, welche die Fische von Zeit zu Zeit an der Oberfläche des Wassers ausstoßen und wieder erneuern, zur Erleichterung der Thiere im Wasser sowie zu beliebigem Auf- und

Absteigen. Denn der Fisch braucht nur die Luft in der Schwimmblase mit Hülfe der Bauchmuskeln ein wenig zusammenzudrücken, so vermindert sich seine Größe und er sinkt unter, während er bei vermindertem Drucke dicker wird, ohne an Gewicht zuzunehmen und folglich emporsteigt. Die Fische, welche keine Schwimmblase haben, leben stets am Grunde der Gewässer. — Nach einer andern Meinung sondern die netzartig auf der Innenfläche der Luftblase verzweigten Gefäße die nöthige Luft selber aus, eine Erklärung, welche um so mehr zu beachten ist, als bei manchen Gattungen die Blase gar keinen offenen Zugang von irgend einer Seite besitzt. — Die **Kiemen** sind äußerst gefäßreiche und mit mikroskopischen Seitenfränselchen versehene **Hautfransen**, welche als ziemlich breite Säume an den einzelnen Kiemenbögen hangen. Jeder Kiemensaum erhält eine besondre Kiemenarterie (Fig. 566) welche an der Kehle in denselben eintritt und mit ihren Aestchen sich in dem Gewebe der Fransen verbreitet. Dagegen saugen die feinen Würzelchen einer Kiemenvene aus allen diesen Fränschen das durch Athmung erfrischte Blut ein und führen es am oberen Ende der Kieme aus derselben heraus. Die Athmung geschieht durch das im Wasser aufgelöste Sauerstoffgas. Sobald man dieses durch Kochen oder auf andre Weise aus dem Wasser entfernt hat, kann ein Fisch in solchem Wasser nicht mehr athmen. Außerhalb des Wassers kleben die Kiemenblätter schnell zusammen und werden äußerlich trocken, so daß auch die Luft nicht an die Gefäße dringen kann. Daher sterben die Fische in solcher Lage schnell, mit Ausnahme weniger Arten, deren Kiemenöffnungen sehr eng sind, wie beim Aale, oder anderer, deren eigenthümlich labyrinthisch blättrige Schlundkopfknochen gleichsam als Wasserbehälter dienen, wie bei den Kletterfischen (Fig. 565).

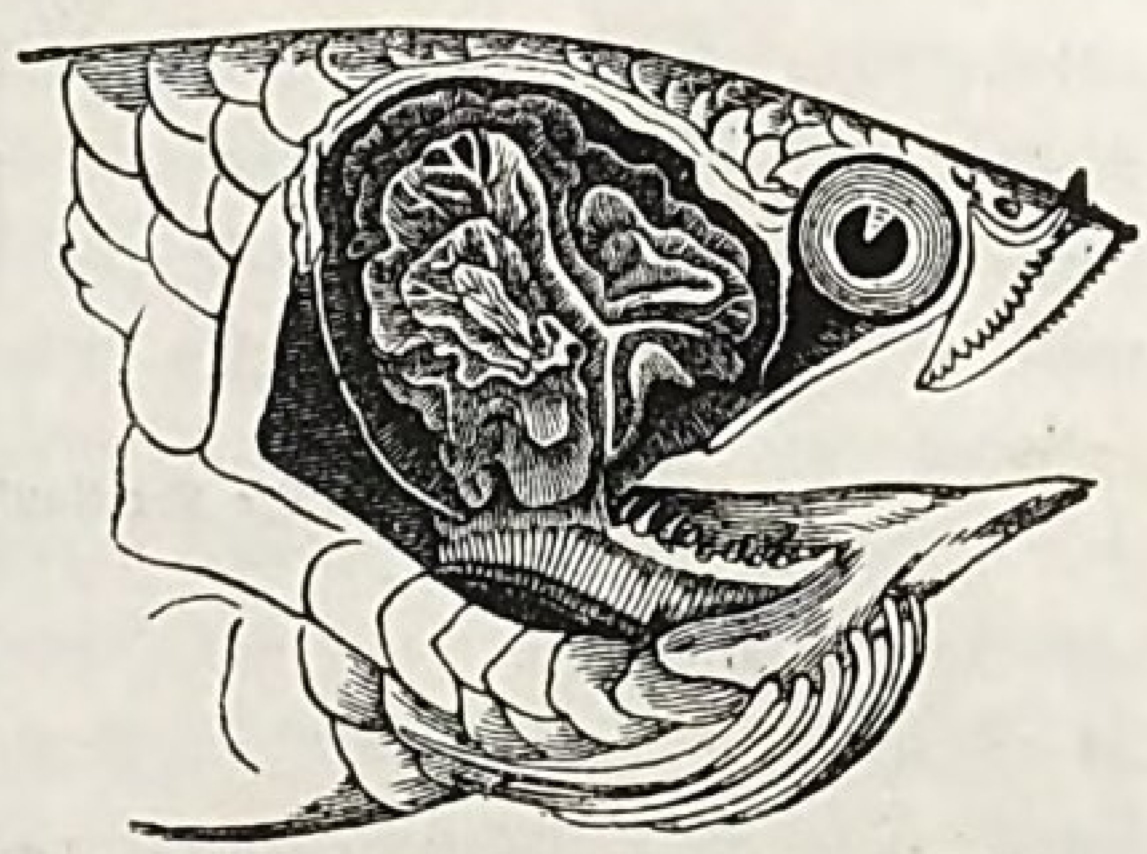


Fig. 565. Die Schlundkopfknochen des Kletterfisches (**Anabas scandens**).

Die Fische haben keine Stimme. Einige wenige Gattungen vermögen einen knurrenden Ton hervorzubringen, ohne daß man jedoch bestimmt weiß, auf welche Weise dies geschieht.

Die **Organe des Kreislaufes** (Fig. 566) sind bei den Fischen höchst einfach. Das **Herz**, welches unter der Kehle liegt, besteht nur aus **einer**, den hintern Theil desselben bildenden großen Vorkammer und **einer**, den vordern Theil einnehmenden kleineren Herzkammer. Das Blut aller Venen des Körpers sammelt sich, nebst dem frischen Nahrungssafte aus den Verdauungsorganen, in **einem** großen **Hohladerschlauche**, dringt in das Herz und tritt aus diesem in einen starken kurzen **Aortenschlauch**, welcher nach beiden Seiten zu den Kiemen die nöthige Anzahl von Zweigen absendet. In den Kiemen erleidet dieses Venenblut die nöthige Veränderung, worauf es sich über dem Schlunde in einer großen **Schlagader** vereinigt, die in dem unter der Wirbelsäule verlaufenden **Hämatapophysenkanale**, welchen auch der Hauptvenenstamm des Rumpfes durchzieht, sich bis zur Schwanzspitze erstreckt, nachdem sie zahlreiche Verzweigungen in alle Körpertheile abgesandt hat. Das **Arterienblut** berührt also bei den Fischen das Herz gar nicht (Fig. 567), sondern dieses ist nur ein **Venenherz** und entspricht somit nur

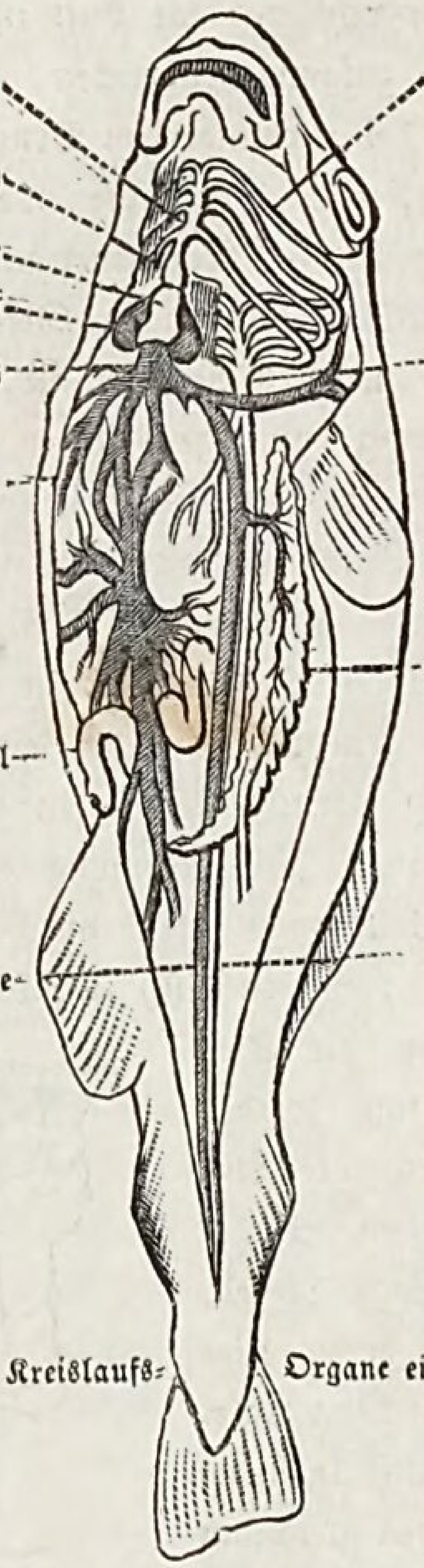


Fig. 566. Die Kreislaufs-Organe eines Fisches.

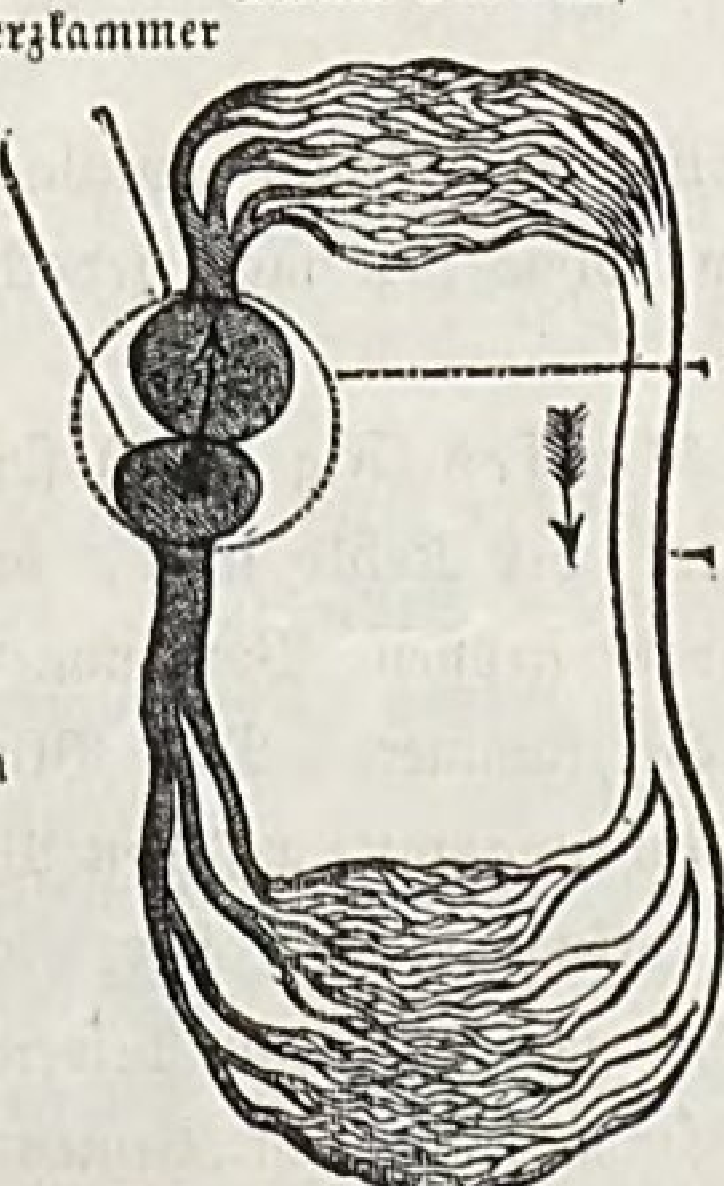


Fig. 567. Ideale Darstellung des Kreislaufs.

der rechten Herzhälfte des Menschen. Das Blut ist, wegen der schwachen Wirkung der Kiemenathmung, auch bei dieser Thierklasse stets kalt, höchstens 1 bis 2 Grade wärmer als das umgebende Wasser. — In Folge des angedeuteten Verlaufes der großen Rückenschlagader kann man einen Fisch nicht leichter tödten,

als wenn man ihm das Schwanzende einschneidet, ein Verfahren welches die Fischer oft anwenden.

Das Gehirn der Schuppenfische hat nur eine sehr geringe Entwicklung. Die einzelnen Abtheilungen desselben liegen, als paarigen Anschwellungen, hinter einander in der engen und noch dazu großentheils von Fett ausgefüllten Schädelkapsel. Die Nerven, welche von demselben, wie von dem Rückenmarke ausgehen, sind meistens unverhältnißmäßig dick. Die geistigen Fähigkeiten sind nur gering, indessen haben die Fische einiges Gedächtniß und lassen sich sogar in einem gewissen Grade zähmen oder wenigstens zu Gewohnheiten abrichten, soweit solche sich mit der Sorge für ihre Erhaltung oder für die Sicherheit ihrer Nachkommenschaft vereinigen. Außerdem haben sie bloß einige der gewöhnlichen Sinne. Der Geschmackssinn fehlt gänzlich und der Tastsinn fast eben so sehr; jedoch besitzen manche Fische für letzteren besondere Organe, nämlich weiche Hautzäpfchen, welche den Mund umgeben, die sogenannten Bartfäden (Fig. 547), oder andre ähnliche, mitunter ziemlich lange Anhängsel am Kopfe oder an den Seiten des Körpers. Die Nase, welche bei diesen Thieren nie in die Rachenhöhle geöffnet ist, sondern nur zwei blinde äußere Nasengruben besitzt, liegt vorn an der Schnauze. Eigenthümliche Hautbändchen spannen sich oft über diese Gruben und lassen das beim Schwimmen in die Nase eindringende Wasser durch eine kleine schlauchartige Röhre wieder ausströmen. Wie scharf der Geruch der Fische ist, beweist die Leichtigkeit, mit welcher man sie durch starkduftende Köder anlocken kann. Die Augen (Fig. 568) der Fische sind gewöhnlich unverhältnißmäßig groß und ganz ohne Augenlider. Nie können beide zugleich auf einen Gegenstand gerichtet werden; vielmehr sind dieselben völlig unbeweglich. Bei den ganz jungen Thieren stehen die Augen oft ganz oben auf dem Scheitel, indem die Gestalt des Kopfes im ersten Entwicklungszustande breit und platt ist. Viele Fische bleiben das ganze Leben hindurch auf dieser Stufe stehen. Bei den übrigen, deren Gestalt später schmalköpfig und hoch wird, liegen die Augen dann ganz an den Seiten des Kopfes. Die Hornhaut ist wenig gewölbt; die Krystalllinse ganz kugelig und von sehr eigenthümlichem Bau. Dieselbe besteht nämlich aus Fasern, welche an zwei Polen der Kugel zusammenlaufen und hier sehr fein, in der Mitte ihrer Länge dagegen viel breiter sind. Diese Fasern, deren die Linse des Kabliau (Fig. 569) etwa 5 Millionen enthält, besitzen Seitenzähne, mit welchen sie genau in einander greifen (B). Solche Seitenzähne zählt man an einer einzelnen Faser über 12,000. Ein Paar außerordentlich großer Sehhügel

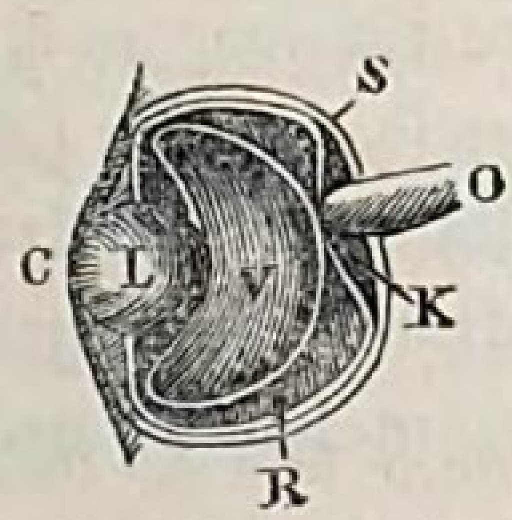


Fig. 568. Das Auge des Flußbarsches im Durchschnitte. *

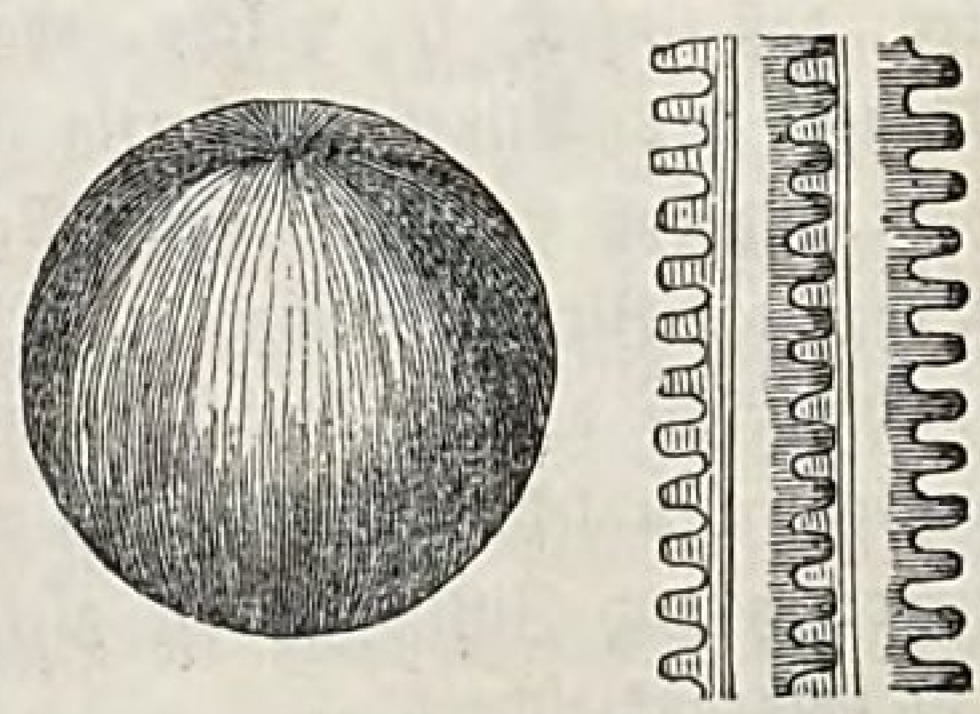


Fig. 569. Die Krystalllinse des Kabliau. **

* C Hornhaut; L Krystalllinse; V Glasflüssigkeit; R Netzhaut; S Sklerotika; K die Choroidaldrüse oder Aderhautdrüse, welche den Sehnerv O umgibt.
** A die Linse; B vergrößerte Fasern.

deutet übrigens auf eine nicht geringe Entwicklung des Gesichtssinnes. Das Ohr besteht in einem Sacke oder Vorhofe, welcher mit der Außenwelt in gar keiner Verbindung steht, und welcher einige steinige Körperchen, die Gehörsteine, enthält, außerdem aber aus drei häutigen Kanälen, welche mehr in der Schädelhöhle selbst liegen und welche das Labyrinth vorstellen. Der Gehörsteine sind gewöhnlich in jedem Ohre drei vorhanden, von sehr eigenthümlicher Form, fast wie halbe Citronenkerne, und am Rande gezähnelt. Oft sind sie sehr groß, z. B. bei den Schellfischen, Dorschen und Barschen. Mitunter findet man solche Steinchen auch als Versteinerungen (Otolithen). Bei vielen Fischen, besonders den Bauchflossern, besteht eine höchst merkwürdige Verbindung zwischen der Schwimmblase und dem Ohre. Es läuft nämlich vom Vorhofe jedes Ohres ein Kanal nach hinten und diese beiden Kanäle vereinigen sich zu einem häutigen Schlauche, welcher das Hinterhaupt durchbohrt und unter dem ersten Wirbel in zwei blinden Säckchen endigt. Von hier aber erstreckt sich zur Schwimmblase eine verbundene Reihe oder Kette von drei Knöchelchen, von denen das erste jene blinden Säckchen berührt, während das dritte mit einem hakenförmigen Fortsatze an der Schwimmblase hängt. Durch einen Druck auf die Schwimmblase hebt sich das erste Knöchelchen augenblicklich. Es scheint, daß die Fische auf diesem Wege den Stoß und die Zitterungen eines Schalles vernehmen, was um so wahrscheinlicher wird, wenn man sieht, daß ein Fisch, welchen man in der Gefangenschaft gewöhnte, einem klingelnden Tone Folge zu leisten, ebenfalls heran kommt, wenn man durch ein schwaches Blasen die Oberfläche des Wassers in eine zitternde Bewegung versetzt. Offenbar dröhnt ihm die Zitterung durch den Leib bis zur Schwimmblase, wie auch der Mensch den Schall einer Trommel im Bauche und Zwerchfelle fühlt und Taubstumme sogar auf diesem Wege die Töne der Musik sehr wohl wahrnehmen.

Mit der Nerventhätigkeit steht eine besondere Fähigkeit gewisser Fische in Verbindung, nämlich die Fähigkeit, elektrische blitzartige Schläge zu ertheilen. Berührt man einen solchen Fisch, so empfindet man einen zitternden Stoß durch den ganzen Arm, ja es folgt mitunter sogar eine schmerzhafte Lähmung, und mehre Schläge können den Tod herbeiführen. Der in Surinam in Südamerika sehr häufig lebende Zitteraal (Fig. 546) besitzt diese Fähigkeit im ausgezeichnetsten Grade. Das Werkzeug derselben besteht in zwei langen Reihen kleiner häutiger, schleimiger Blättchen; welche in dem sehr langen Schwanze dieses Thieres auf beiden Seiten liegen und von starken Nervensträngen begleitet werden. Man weiß aus Versuchen der Physiker, daß eine Kraft, welche, abgesehen von der Verschiedenheit des Grades, mit der Ursache des Blitzes gleichartig ist, die Elektricität, in den Nerven aller Thiere wohnt und daß sie eine wichtige Bedingung der Lebenserscheinungen ist. Jenes besondre Organ des Zitteraales hat große Aehnlichkeit mit der sogenannten voltaischen Säule, durch welche der berühmte italienische Physiker Volta elektrische Kraftäußerungen hervorzurufen lehrte. Unter den mit Schildern bedeckten Fischen werden wir beim Zitterrochen und Zitterwels die gleiche Erscheinung kennen lernen, welche den Zitteraal so sehr auszeichnet.

Die Lebensweise der Fische ist der Beobachtung großentheils entzogen. Es scheint, daß diese Thiere, welche ihre Augen nie schließen können, keinen regelmäßigen Schlaf besitzen; wenigstens kann man sie bei Tage und bei Nacht fangen. Durch

die Vertilgung einer ungeheuren Menge von Insekten und Gewürm nützen sie dem Menschen nicht minder, als durch die Speise, welche sie ihm darbieten, wobei sie ihn zugleich mit keinerlei erheblichen Gefahren bedrohen. Giftig ist kein Fisch. Nur durch die Schnelligkeit des Schwimmens, welche bei einigen sich fast der Verfolgung der Blicke entzieht, wissen sie sich zu retten. Fast kein Fisch verläßt je das Wasser. Nur die Aale kriechen mitunter zur Nachtzeit auf das Ufer, und die Kletterfische in Japan sollen sogar nicht selten mit Hülfe ihrer Flossen an Bäumen hinaufkriechen. Viele leben einzeln; andere dagegen halten sich schaarenweise beisammen und machen gemeinschaftlich oft die wunderbarsten Wanderungen in den Fluthen. Im Allgemeinen leben besondere Fischgattungen in den Teichen, Seen, Bächen, Flüssen, und besondere im Meere. Die einen halten sich in der Tiefe, während andere der Oberfläche näher zu sein lieben; die einen wohnen an den Ufern, die andern weit davon entfernt. Aber diese Verhältnisse sind großen Veränderungen unterworfen, welche hauptsächlich mit den Jahreszeiten und mit der Fortpflanzungsweise der Thiere zusammenhangen. Zu gewissen Zeiten nämlich tauchen die Bewohner der Meerestiefen zur Oberfläche empor, und, wo man zuvor ihrer keinen fand, erscheinen nun zahllose Schaaren derselben, dicht gedrängt. Andere ziehen aus nördlichen Meeren regelmäßig periodisch in südlichere Gegenden; die der hohen See kommen zu den stillen und wärmeren Ufern geschwommen; die des Meeres rücken in die Flüsse und steigen in diesen mitunter bis zu den Quellen hinauf, wie der Lachs (Fig. 550), welcher aus der Nordsee den Rhein hinauf alljährlich bis in die Bäche Graubündtens vordringt. Manche Flußbewohner, wie der Aal, ziehen sich umgekehrt zeitweise in das Meer. Alle diese vorübergehenden Erscheinungen und Ortsveränderungen der Fische geben zum reichlichen Fange derselben Gelegenheit. So fängt man zu Zeiten Millionen von Häringen in der Nordsee, Millionen Kabliaufische (Fig. 555) auf der Untiefe von Neufundland bei Nordamerika, so die Lachse in den Stömen Deutschlands, die Thunfische (Fig. 554) im Mittelmeere. — Oft steht auch mit der außerordentlichen Vermehrung das plötzliche Erscheinen einer so ungeheuren Menge mancher Gattungen in Verbindung.

Da die Fische mit Fett meistens sehr reichlich versehen sind, so werden sie dadurch ebenso wie die fettreichen Robben, Wale und Schwimmvögel eine wichtige Wohlthat für die Bewohner kalter Länder. Denn nicht allein bieten sie denselben Ersatz für andre ihnen abgehende Nahrungsmittel dar, sondern sie liefern eben die einzige Nahrung, durch welche der Mensch in kalte Gegenden der Erde zu existiren vermag. Das Fischfett, der Thran und Speck der Seethiere überhaupt, enthält 66 bis 80 Procente Kohlenstoffes und liefert somit, als Nahrungsmittel, reichlichen Stoff zu der durch die Athmung im Blute vor sich gehenden Verbrennung (Oxydation). Nur durch derartige Speisen sind daher die Polarvölker im Stande, genügende Wärme in ihrem Körper zu erzeugen, um der Kälte der Luft gehörigen Widerstand leisten zu können, ein Verhältniß welches um so auffallender hervortritt, wenn man zum Vergleiche zieht, daß die Früchte, von denen der Südländer sich vorzugsweise zu nähren pflegt, nur etwa 12 Procente des wichtigen Kohlenstoffes enthalten. Theils durch den Fettreichthum, theils aber auch durch den beträchlichen Gehalt an Phosphor, welcher Stoff bei den Wasserthieren überhaupt großentheils den Schwefel vertritt, den die Landthiere in den Mischungen ihrer Organe enthalten, ruft Fisch-

nahrung unmittelbar und mittelbar mancherlei Einflüsse auf den menschlichen Organismus hervor, welche selbst auf die Sitten von Küsten- und Inselvölkern (Ichthyophagen) tief eindringende Wirkungen ausüben. Fischspeisen werden nicht ohne Grund oft als diätetische Mittel angewandt. Der Leberthran, welchen man vorzugsweise aus der Leber des Kabliau (Fig. 555) gewinnt, ist gegenwärtig eine sehr wichtige Arznei.

Die Fische pflanzen sich durch Eier (Rogen oder Laich) fort, welche sehr klein und gallertartig sind und von einem Thiere in ungeheurer Menge abgesetzt werden. Nur die Aale sollen mitunter lebendige Junge zur Welt bringen. Bei manchen Arten sind die Männchen (Milchner) weit seltener, als die Weibchen (Rogener). Jedes Weibchen trägt zwei große Eierstöcke (Laiche) im Bauche mit zahllosen Eiern. Ein Karpfen enthält deren 200,000, ein Kabliau gegen 1,000,000. Die Männchen besitzen anstatt der Eierstöcke zwei große weiße Drüsen mit weißlicher Flüssigkeit, Milch genannt. Wenn die Weibchen laichen, d. h. die Eier absetzen, so lassen die Männchen die befruchtende Milch über dieselben fließen. Erst dadurch werden die Eier entwicklungsfähig und schwellen rasch an. Dieselben entwickeln sich dann ganz von selber, höchstens unter Einwirkung des Sonnenscheines. Viele tausend Fischchen, welche man in den klaren Eiern trefflich entstehen sehen kann, schlüpfen zu gleicher Zeit aus und schwimmen sogleich munter umher. Man behauptet von einigen Fischen, daß sie ihre Eier in den Sand verbergen; ja die Stichlinge (Fig. 551) und Meergrundeln sollen ihren Laich sogar bewachen. Im Ganzen aber zeigen diese Thiere sämmtlich gar keine weitere Sorge um ihre Nachkommenschaft.

Als Beispiel der Entwicklung der Fische diene die Entwicklung des schweizerischen Weißfisches, welche vorzüglich genau beobachtet worden ist. Die Eier sind eiweiß- und schalenlose Dotterkügelchen, nur von einer Dotterhaut umhüllt, welche von einer zarten Schalenhaut unmittelbar berührt wird. Der Dotter ist, unter dem Mikroskope betrachtet, körnelig und enthält zahlreiche Oeltröpfchen (Fig. 570 a). Das Keimbläschen, eine einfache Zelle, befindet sich Anfangs in der Mitte des Dotters. Sobald die Eier abgelegt sind, schwillt die Schalenhaut um den Dotter durch Einsaugung von Wasser mehr und mehr auf, und es bildet sich eine Art von Eiweiß um den Dotter (b). Nun erst tritt das Keimbläschen wahrnehmbar an die Oberfläche des Dotters (c). Die Entwicklung des Keimes beginnt damit, daß das Keimbläschen durch eine Scheidewand sich theilt, so daß eine Doppelzelle entsteht, worauf diese Theilung fortschreitend bei den beiden Hälften sich wiederholt und stets fortfährt, die Zahl der Zellen zu verdoppeln, bis daß endlich der ganze Keim als ein Häufchen von Zellen erscheint (d). Nun beginnt der Keim sich auszudehnen und sich über einen großen Theil des Dotters zu erstrecken (e); derselbe besteht dann aus einer doppelten Lage von Zellen dem unteren vegetativen und dem oberen animalen Blatte. Am zehnten Tage etwa erkennt man die Längsrinne auf der Mittellinie des obern Blattes (f), in welcher die Centralaxe des Nervensystemes, das Rückenmark, sich bildet. Das für den Kopf bestimmte Ende des Keimes breitet sich aus, und die Nervenmasse zeigt hier bald eine dreifache Anschwellung, offenbar für den Geruchs- Gesichts- und Gehörssinn bestimmt. Die erste Anlage zu den Werkzeugen der beiden letzteren Sinne nimmt man schon am dreizehnten Tage wahr: ein Bläschen (α) für das Gehör und ein Hauttäschchen, in welchem die Krystalllinse sich bildet (ε), für das Gesicht. Nunmehr hat sich auch unterhalb der Rückenmarks-

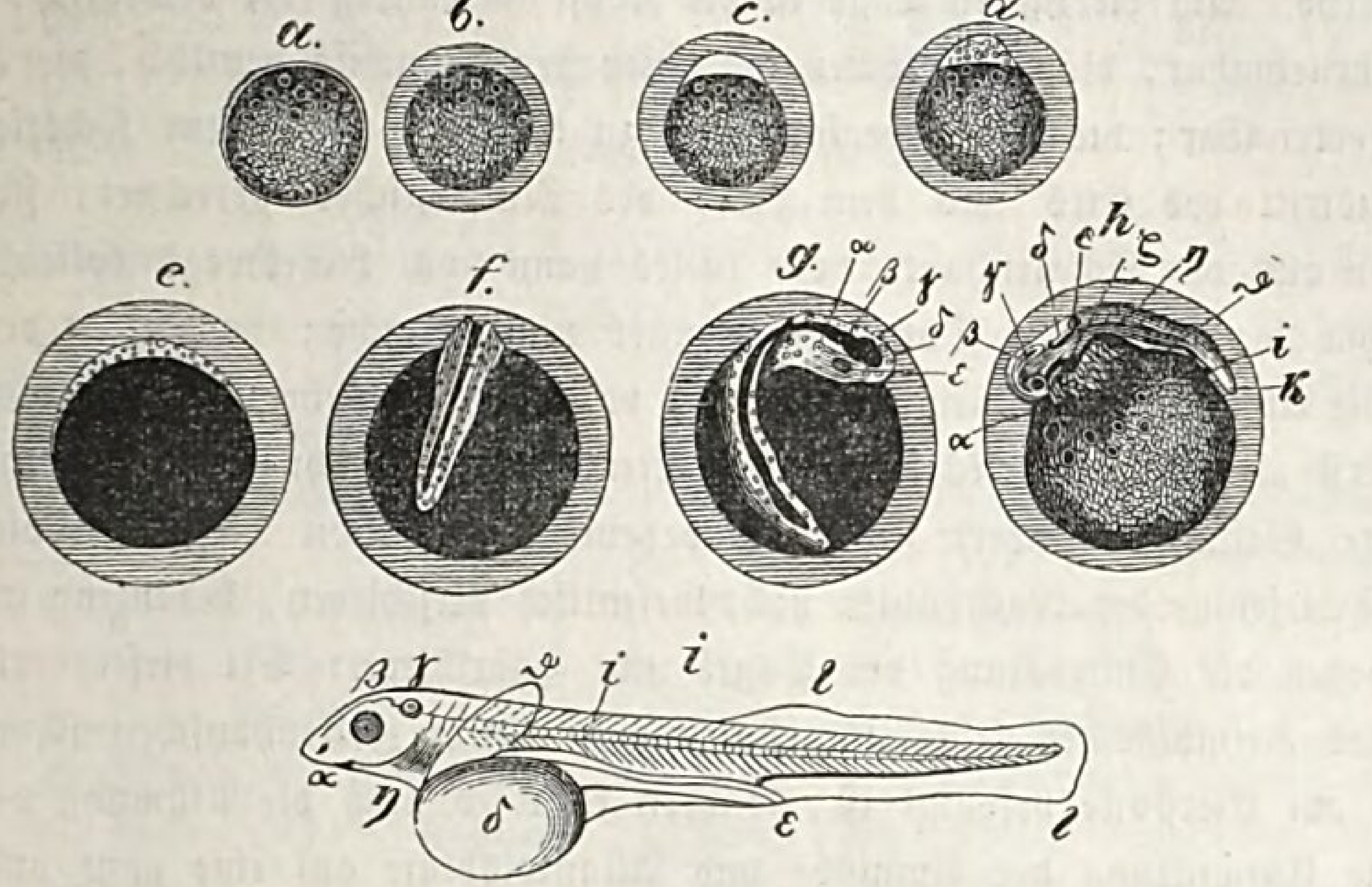


Fig. 570. Die Entwicklung des schweizerischen Weißfisches (Corregonus maræna).
abcd zehnfach, *efgh* zwanzigfach vergrößert.

a Ein frisch gelegtes Ei, mit körneliger Dottermasse und großen Oeltröpfchen.

b Die Schalenhaut ist aufgeschwollen; das Eiweiß hat begonnen, sich zu bilden.

c Das Keimbläschen ist an der Oberfläche des Dotters erschienen.

d Das Keimbläschen hat sich durch Theilungen in ein Häufchen von Zellen verwandelt.

e Der Keim streckt sich über den Dotter aus.

f Die Primitivrinne für das Rückenmark hat sich gebildet.

g Der Embryo läßt einen Kopf und Sinnesorgane erkennen; α Gehörbläschen; β der Gehirnknoten für das Gehör; γ der mittlere für das Gesicht (Sehhügel); δ der vordere für den Geruch; ε die Zellengruppe, in welcher das Auge sich bildet.

h Der Embryo nach dem 30. Tage; α der Vorhof der Blutbildung im Dotter; β vorderer Theil des Gehirnes; γ das Auge; δ hinterer Theil des Gehirnes; ε Gehörbläschen; ζ das Herz; η die Knorpelsaite (Rückgrat); ϑ der Darm von Lebermasse umgeben; ι After; $\varkappa$ Schwanz.

i Der ausgeschlüpfte Fisch; α Mund; β Gehirn und Auge; γ Gehör; δ die Dotterkugel; ε After $\zeta\zeta$ der Finnensaum; η Kiemenbögen; ϑ Vorderflosse; ι Wirbelsäule.

rinne, welche letztere durch den Zusammenschluß der Seitenränder bereits zu einem geschlossenen Kanale geworden ist, eine Reihe großer Zellen zu einem Strange zusammengeordnet, der in seiner weiteren Entwicklung eine Knorpelsaite (chorda dorsalis) und schließlich die Reihe der Rückenwirbel darstellt. Um den siebenzehnten Tag läßt das vegetative, dem Dotter anliegende, Zellenblatt des Embryo eine doppelte Lage erkennen, deren untere im weiteren Verlaufe die Verdauungseingeweide entstehen läßt, während die obere, das Gefäßblatt genannt, die Organe des Kreislaufes entwickelt. Das Herz zeigt sich zuerst als ein Täschchen in diesem Blatte; sich mehr zusammenziehend, nimmt es die Form eines Bläschens an, und sobald es sich in dieser Form vervollständigt hat, beginnt es pulsirend sich zu bewegen. Erst am dreißigsten Tage bemerkt man deutliche Spuren des Kreislaufes, zwei Ströme bewegen sich vom Herzen gegen den Kopf zwei andere in den Hinterleib und zurück. Man erkennt das Gefäßgeflecht in einem Theile des Dotters, in welchem das Blut sich aus der Dottermasse bildet. Sobald der Kreislauf begonnen hat, zeigen sich auch die ersten Spuren der Leber in der Umgebung des schon deutlichen Darmes. Der Kopf und der Schwanz des Embryo sind um diese Zeit schon fähig, sich zu rühren und die Fläche, an welcher der Embryo mit dem Dotter zusammenhangt, hat sich ganz auf den Bauch des Thierchens zusammengezogen (h). Um diese Zeit entwickelt sich ein senkrechter Hautsaum (Finnensaum) um das ganze Schwanzende

des Embryo. Am vierzigsten Tage ist der Kopf vollständig frei beweglich, die Kiefer sind wahrnehmbar, die Nasenlöcher am Ende der Schnauze deutlich, die Kiemenöffnungen erkennbar; die Finne beginnt sich zu theilen. Nach dem sechszigsten Tage vom Austritt des Eies aus dem Leibe des Mutterfisches gerechnet, schlüpft das Thierchen aus der Schalenhaut, doch ist es dann noch keineswegs vollendet. Noch hangt ihm der Rest der Dottermasse unter dem Bauche; doch zieht derselbe sich, sobald die Athmung begonnen hat, schnell vollständig hinein und der Bauch schließt sich. Erst allmählig entwickeln sich die Kiemendeckel, Zähne, Flossenstrahlen, und die ganze Gestalt verändert sich noch bedeutend. — Von dieser Entwicklung der Fische ist diejenige der Nackthäuter nicht wesentlich verschieden, bedeutend unterscheidet sich dagegen die Entwicklung der Vögel und Haarthiere. Bei diesem erleidet nicht allein das Keimbläschen seine Umgestaltung zu einem Zellenhäufchen schon während es noch am Eierstocke befestigt ist, sondern es wird auch die Athmung des Embryo durch die Entwicklung der Amnios- und Allantoisblase auf eine ganz andere Weise vermittelt.

Die wahre Stellung der Schuppenthiere oder der eigentlichen Fische in der Schöpfung kann erst erkannt werden, wenn wir die Betrachtung der mit Schildern bedeckten fischartigen Thiere hinzugefügt haben werden. Unter diesen werden wir Geschöpfe finden, welche in vieler Beziehung auf einer Stufe der Entwicklung, welche von den Schuppenfischen mehr oder minder weit überschritten wird, stehen bleiben, dabei aber in anderer Beziehung manche Eigenthümlichkeiten der vollkommenern Schilderthiere theilen. Möge für jetzt nur so viel angedeutet werden, daß die Schuppenfische in ihrer Richtung ebenso sehr, wie die höhern Ordnungen der Schilderthiere zu einer höhern Stufe der Entwicklung gelangen, als die fischartigen Schilderthiere. Während letztere schon in den frühesten Perioden der Erde, aus welchen uns Ueberbleibsel erhalten sind, zahlreich verbreitet waren, sind echte Schuppenfische, sowohl Ktenoiden als Cycloiden, erst mit dem Beginne der Kreideformation erschaffen. In den Schichten dieser Formation dagegen, sowie in allen neuern Ablagerungen, sind Gräten, Zähne, Schuppen (Fig. 571) und Flossen derselben in reichlicher Menge begraben. Aber alle Geschlechter der frühern Zeiten sind längst ausgestorben. Kaum, daß unter den ältesten Gattungen sich noch solche finden, welche mit den jetzt lebenden eine lockere Familienverwandtschaft zeigen.

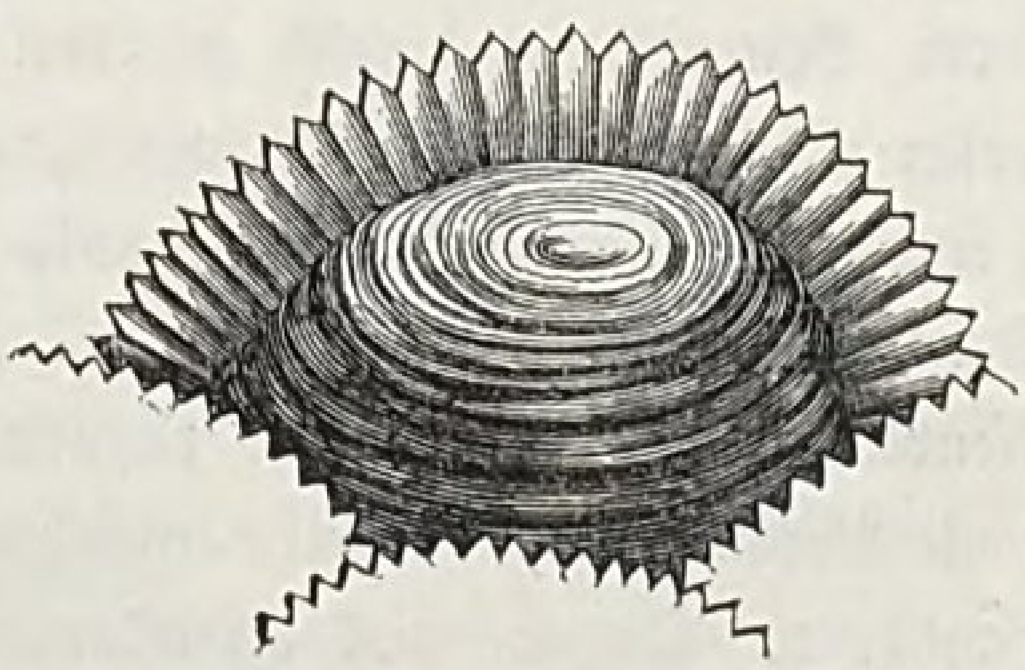


Fig. 571. Eine Schuppe von Beryx microcephalus aus der Kreideformation; vergrößert.

Die Schilderfische.

(Ganoiden und Plakoiden)

Ein Anhang zu der Klasse der Schilderthiere und zu der Klasse der Fische.

Uebersicht.

1. Unterordnung: Plakoiden (Plättchenschupper). Placoidei.

1. Familie: Spöken (Chimären). Chimaerides.
2. Familie: Sägefische. Pristides
3. Familie: Rochen. Rajacei.
4. Familie: Haien. Squalini.
5. Familie: Hybodonten. Hybodontes.
6. Familie: Cestracionten. Cestraciontes.
7. Familie: Rundmäuler. Cyclostomi.

2. Unterordnung: Ganoiden (Schmelzschupper). Ganoidei.

8. Fam.: Hartthäuter. Sclerodermi.
9. Fam.: Nacktzähner. Gymnodontes.
10. Fam.: Büschelkiemer Lophobranchii.
11. Fam.: Welse. Silurini.
12. Fam.: Störe. Sturionini.
13. Fam.: Knochenhechte. Lepidosteini.
14. Fam.: Echsenfische (Sauroiden). Sauroides.
15. Fam.: Dickzähner. Pycnodontes.
16. Fam.: Hohlstachler. Cœlacanthi.
17. Fam.: Schildköpfe. Cephalaspides.

Die mit Schildern bedeckten fischartigen Thiere sind mit den Schilderthieren ebenso sehr, als mit den Schuppenthieren oder eigentlichen Fischen verwandt, jedoch nicht alle in gleichem Grade. Während die einen, die Ganoiden (Fig. 525) durch Regelmäßigkeit und Form ihrer Schilder und großentheils durch hohe Vollkommenheit des Skelettes sich an die höheren Ordnungen der Schilderthiere anschließen, dagegen durch die Beschaffenheit ihrer Flossen, durch ihre Athmungs- und Kreislaufsorgane, sowie durch die Verdauungseingeweide, ganz mit den Fischen übereinstimmen, besitzen die andern, die Plakoiden (Fig. 572), weit unregelmäßigere und unvollständigere Hautbedeckungen und ein ebenso unvollständiges Skelett, welches bei vielen nur mit den Embryonen der Fische eine Vergleichung zuläßt, dagegen aber wieder vollkommenere Athmungsorgane und eine innere Organisation, deren Vollkommenheit an die Saurier erinnert. Es ist zweckmäßig, diese beiden Abtheilungen getrennt zu betrachten.

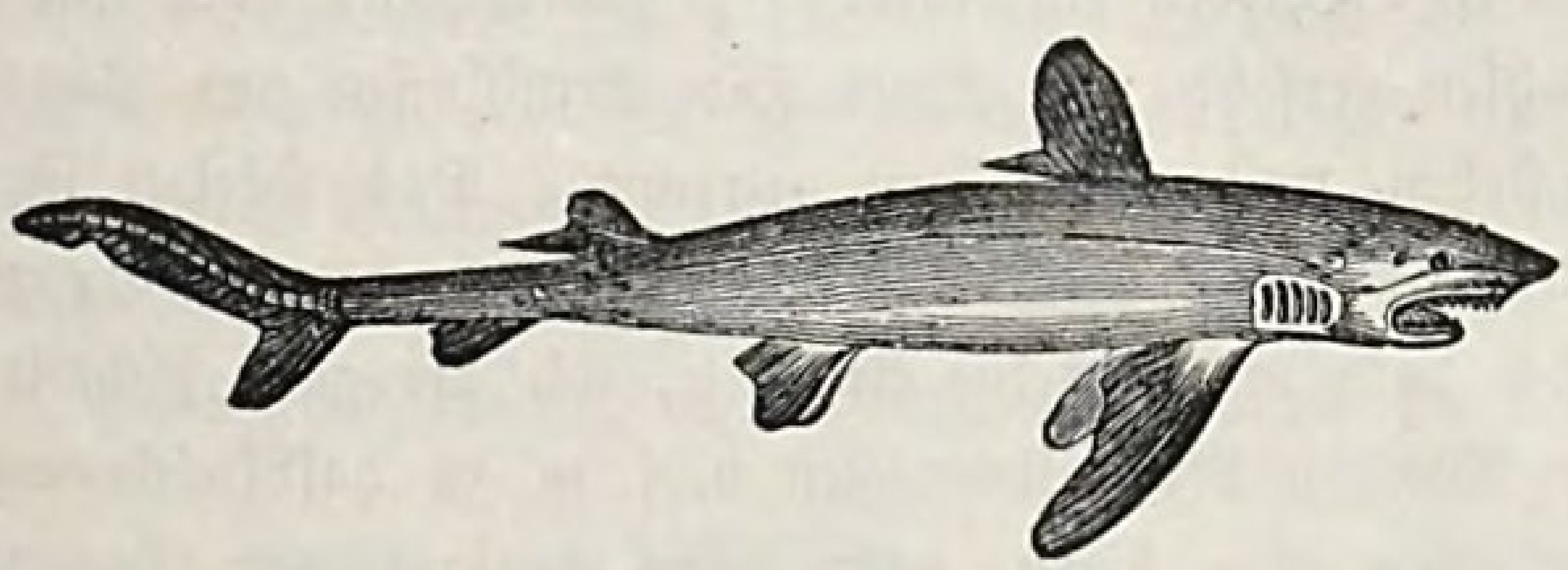


Fig. 572 Der Riesenhai (Squalus maximus). — $^1/_{120}$ d. nat. Gr.

Die Plakoiden sind bedeckt entweder mit ganz einfacher Haut oder mit Hautschildern (Fig. 573) von verschiedener Form und Größe. Diese Schilder bestehen aus fester Knochenmasse, indem das Gewebe der stellenweise polsterartig verdickten Lederhaut durch Aufnahme und Ablagerung von Kalk vollkommen verhärtet. Da diese Knochenmasse unter dem Mikroskope ganz dieselbe Beschaffenheit und Anordnung des Gewebes und der steinigen Stoffe zeigt, welche man bei dem Zahnbeine der Zähne wahrnimmt, so geht eben daraus besonders deutlich die Verwandtschaft der Zähne mit der Hautbedeckung der Thiere hervor. Auch die



Fig. 573. Schilder von Plakoiden. *

* a vom Stachelrochen (Raja clavata). b der Durchschnitt eines Schachelschildes von demselben Thiere; — c ein Schild vom Engelrochen (Squatina angelus).

Schmelzschicht der Zähne fehlt diesen Schildern nicht und dieselbe wird hier als eine Oberhautschicht aus den Gefäßen der Lederhaut ausgesondert. Bald besitzen die Plakoiden in ihrer ganzen Haut einzelne oder nahe zusammengedrängt stehende pünktchen- oder knötchenförmige derartige Schilder, bald größere Knochenplättchen mit kegelförmigen Erhabenheiten (c), bald solche mit Vertiefungen, aus deren Mitte ein stachelähnlicher Zahn hervorragt (a b), bald Stacheln mit mehren breit aus einander laufenden Wurzeln. Alle Plakoiden sind mit hautigen, innen meistens mit Fett erfüllten Finnen versehen, in deren vorderstem Theile häufig ein langer zahnartiger, oder auch mit wirklichen Zähnen am Hinterrande besetzter, Stachel als Stütze oder Waffe dient. Mitunter steht ein solcher Stachel ganz allein (Fig. 588) vor der Rückenfinne oder vertritt hinter derselben die Stelle einer zweiten solchen. Dergleichen Stacheln von ausgestorbenen Plakoiden finden sich nicht selten und mitunter von sehr beträchtlicher Größe. Dieselben werden Ichthyodorulithen (Fig. 574) genannt. Die Ichthyodorulithen der Plakoiden hangen bloß in der

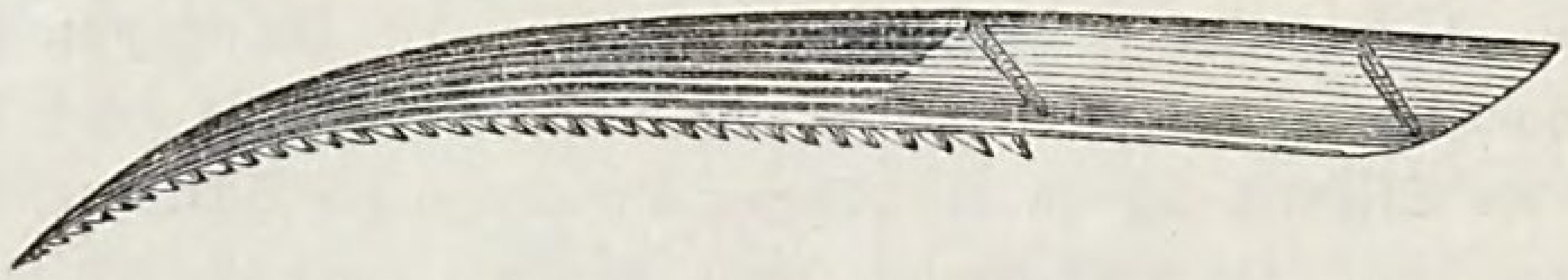


Fig 574. Ein Ichthyodorulith: Stachel von Tristichius arcuatus aus der Steinkohlenformation.

Haut und im Zellgewebe, ohne durch Gelenke mit Flossenträgern verbunden zu sein. Sie sind aber durch Muskeln nach Belieben des Thieres aufzurichten oder rückwärts nieder zu legen. Die Schwanzfinne fehlt den Plakoiden entweder völlig an dem fast rattenschwanzartig auslaufenden Ende des Körpers, oder dieselbe steht hauptsächlich unter der aufwärts gekrümmten Schwanzspitze (heterocerk). Die paarigen Flossen sind bei diesen Thieren entweder ganz hautig oder doch nur mit knorpeligen, gegliederten Strahlen versehen; meistens sind Brustflossen und Bauchflossen vorhanden und letztere stehen weit von erstern getrennt. Das Skelett ist entweder völlig knorpelig, weßhalb man die Plakoiden auch wohl Knorpelfische zu nennen pflegt, oder es haben sich doch nur einzelne Knochen, wie die ganz fischwirbelartigen Wirbel, die kleinern Knochen der Gliedmaßen u. s. w. zu halbknöchernen Stücken ausgebildet. Sie gleichen also hierin mehr oder weniger den Embryonen der echten Fische (Knochenfische). Die Kieferknochen sind meistens gar nicht entwickelt; das Maul sitzt gewöhnlich auf der Unterseite des Kopfes. Die Eingeweide sind fast ganz wie bei den Sauriern. Die Kiemendeckel fehlen gänzlich und die Kiemen liegen innerlich in einer Höhle, so daß zwischen denselben eine Anzahl von Löchern (Fig. 572) von derselben Zahl als Zwischenräume zwischen den Kiemen vorhanden sind, sich nach außen öffnen. Wenn gleich die Nasenlöcher der Plakoiden nie zugleich als Athmungsröhren dienen, sondern als blinde Gruben vorn an der Schnauze, bald an der untern bald an der obern Seite, stehen, so haben doch die Rochen und viele Haien die Fähigkeit, bei geschossenem Rachen zu athmen, indem zwei

besondere Spritzlöcher von der Stirngegend in die Rachenhöhle führen. Auch in Betreff der Fortpflanzung stimmen die Plakoiden größtentheils ganz mit den Eidechsen überein; die Haien und Rochen gebären entweder lebendige Junge oder legen Eier mit hornig lederartiger Schale und von sehr seltsamer Form (Fig. 575). *

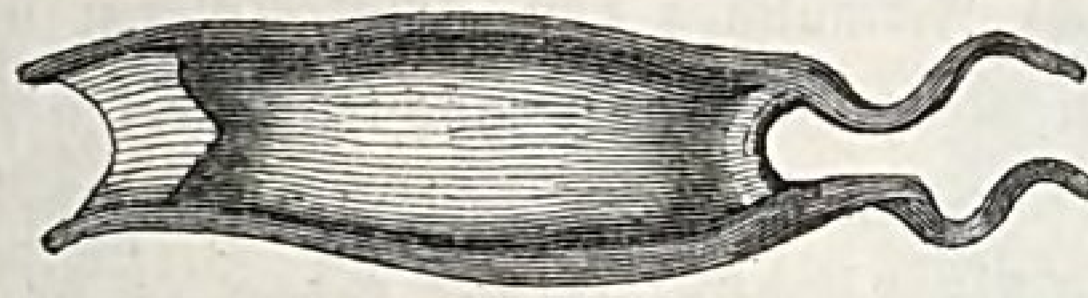


Fig 575. Eine Seemaus (Rochenei). — 1/2 d nat. Gr.

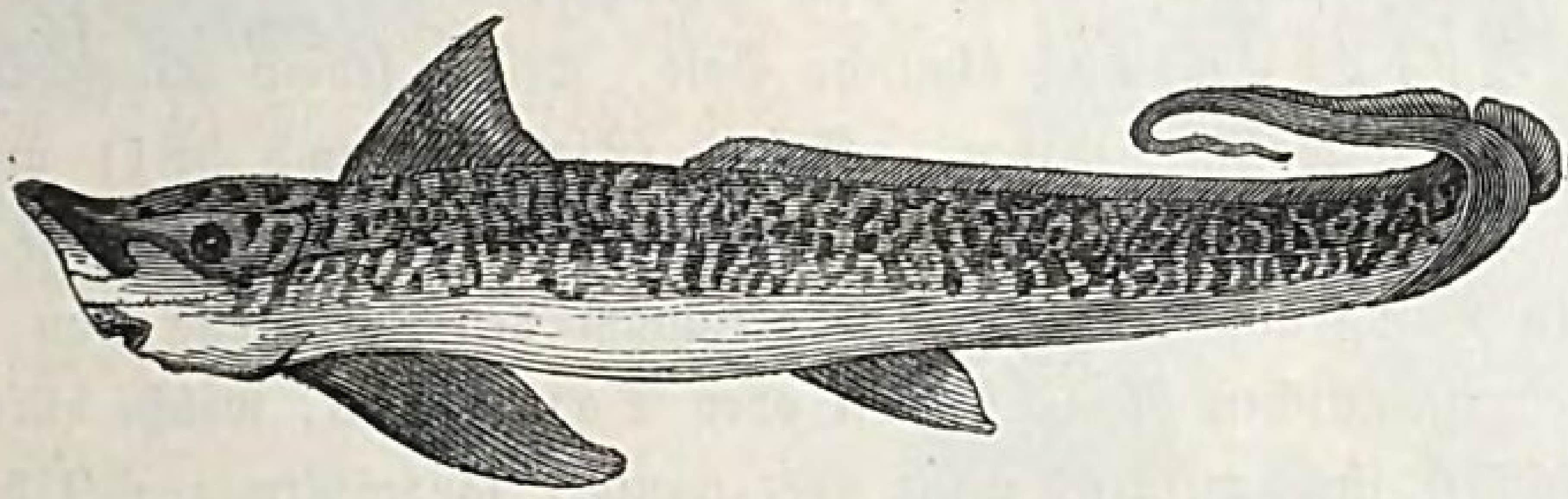


Fig. 576. Die Spöke (Chimæra monstrasa). — 1/8 d. nat. Gr.

Die Chimären (Fig. 576) scheinen in Betreff des Kiemenapparates einen Uebergang zu den echten Fischen zu bilden, indem bei diesen äußerlich nur eine gemeinsame Kiemenöffnung vorhanden ist, deren Boden sich freilich weiter nach innen in fünf besondere Löcher theilt, und die äußere Oeffnung ist durch einen einfachen hautigen Deckel geschlossen, in welchem sich sogar eine Knochenplatte befindet. Harte, untheilbare Platten vertreten, vier an der Oberlippe, zwei an der Unterlippe des engen Maules stehend, die Stelle von Zähnen. Chimärenartige Plakoiden sind in der gegenwärtigen Schöpfung nur in geringer Zahl vorhanden; auch waren dieselben in frühern Formationen nur wenig häufiger; indessen zeigen sich schon in der Triasformation Spuren von derartigen Geschöpfen.

Die Haie (Haifische), unter denen manche Gattungen zu den gewaltigsten Meeresbewohnern gehören, sind mit Knochenkörnchen in ihrer Haut gleichsam übersäet. Die meisten Arten haben einen sehr weiten Rachen mit vielen Zähnen auf den äußern und innern Lippenrändern und theilweise auch am Gaumen. Nach der Beschaffenheit dieser Zähne sind sie auf eine sehr verschiedene Lebensweise angewiesen. Die Cestracionten, welche meistens ausgestorben sind, haben dicke, pflasterförmige (Fig. 577) oder pflockartige Zähne (Fig. 578) im ganzen Maule. Nur der Cestracionhai in den Meeren Australiens (Port Jackson) hat, als einziges lebendes Beispiel dieser



Fig. 577. Ein Zahn von Ptychodus latissimus aus der Kreideformation.



Fig. 578 Ein Zahn von Acrodus larva aus der Kupferschieferformation.



Fig. 579. Ein Zahn von Acrodus Gaillardoti aus dem Muschelkalke.



Fig. 580. Ein Zahn von Hybodus plicatilis aus dem Muschelkalke.

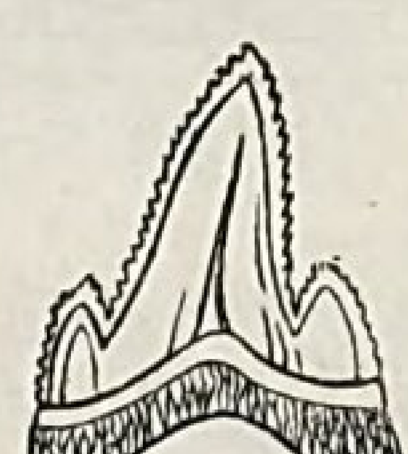


Fig. 581. Ein Hyboduszahn aus der Kreideformation.

* Dieselben werden von den Fischern oft „Seemäuse" genannt.

Familie von Haien zur Erklärung der Natur der vielen ähnlichen Geschöpfe dienen können, welche seit den Zeiten der Ablagerung devonischer Schichten existirt und ihre seltsamen, oft zusammengezogenen Blutegeln (Fig. 579) ähnlichen, Zähne zurückgelassen haben. Oft sind solche Zähne an den Gipfeln ganz abgekäut. Es scheint, daß dieselben zum Zermalmen von Krustenthieren und Schalthieren, welche die Nahrung der Cestracionten ausmachen möchten, geeignet seien. Zahlreiche Stacheln (Fig. 574), wahrscheinlich von Cestracionten herrührend, finden sich in denselben Schichten, in welchen derartige Zähne besonders häufig sind, zumal in der Steinkohlen-, Kupferschiefer-, Trias- und Oolithformation. — Gänzlich ausgestorben sind die Hybodonten, ähnliche Haie, welche jedoch mit schärfern, mehr spitzigen Zähnen bewaffnet waren. Zähne (Fig. 580 und 581) und Stacheln von diesen werden in den Schichten der Triasablagerungen vorzugsweise angetroffen. Sie bilden in Bezug auf den Zahnbau gleichsam den Uebergang von den Cestracionten zu den eigentlichen Raubhaien oder Squaliden, welche durch die völlig schneidige Schärfe ihre meistens mehr oder weniger lanzenförmigen Zähne zur Erfassung lebendiger Beute vorzugsweise geeignet sind und welche sich hauptsächlich von Fischen und andern größern Thieren nähren, ja selbst zum Theil den Menschen gefährlich bedrohen. Derartige Haien sind erst in dem letzten Abschnitte der Steinkohlenperiode aufgetreten, als schon die Cestracionten und Hybodonten seit einer langen Periode zahlreich existirt hatten, und ihre Zahl hat sich bis in die neuesten Zeiten langsam und allmählig vermehrt, sowie die Cestracionten und Hybodonten allmählig abgenommen haben. In der gegenwärtigen Schöpfung sind die Haien aus dieser Familie besonders häufig. Es gehört zu ihnen der Riesenhai (Fig. 572), welcher eine Länge von 40 Fuß erreicht und in seinem Maule gegen 4000 Zähne besitzt, die in vielen Reihen hinter einander stehen; ferner der Menschenfresserhai (Fig. 582), welcher im obern Theile des Rachens 6, unten 4 Reihen dreieckiger, an den Seitenschneiden gezähnelter Zähne trägt, die, wenn sie rückwärts niedergelegt sind, sich fast wie Schuppen decken. Die fossilen Zähne (Fig. 583 — 585) ähnlicher Raubhaien nannte man ehedem nicht selten versteinerte Otterzungen oder Vogelzungen (Glossopetræ).

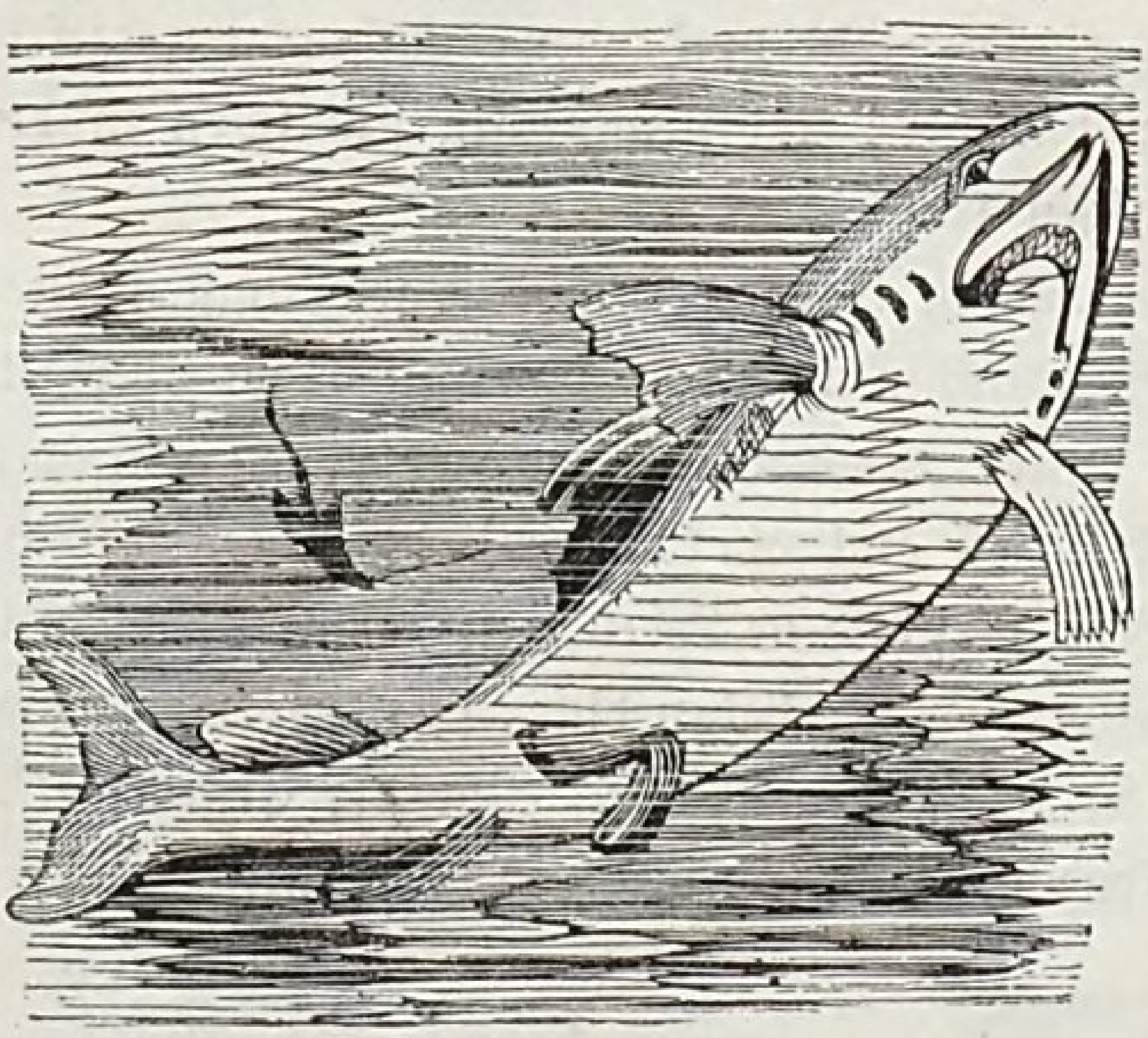


Fig. 582. Der weiße Hai (Squalus carcharias). 1/150 d. nat. Gr.

Den Haien sehr nahe verwandt sind die Hammerfische (Fig. 586), deren Kopf hammerförmig nach beiden Seiten verlängert ist, so daß die Augen breit abstehen, sowie die Sägefische (Fig. 587). Bei letztern sind die Lippen des, auf der Unterseite des Kopfes stehenden, Maules mit einem dichten und regelmäßigen Pflaster breiter Zähne bedeckt, während die Schnauze sich zu einer langen flachliegenden schwertförmigen Verlängerung ausbildet, in deren Seitenkanten eine Reihe langer und gerader scharfkantiger Zähne eingekeilt ist. Diese Zähne, durch welche die Waffe der Sägefische einige Aehnlichkeit mit einer Säge erhält, sind die voll-

kommensten Zähne, welche unter allen fischartigen Thieren vorkommen; denn dieselben haben vollständige, tief in Zahngruben eingesenkte Wurzeln. Man hat auch in den Tertiärablagerungen, wenn gleich nur sehr selten, Ueberreste von sägefischähnlichen Geschöpfen gefunden.

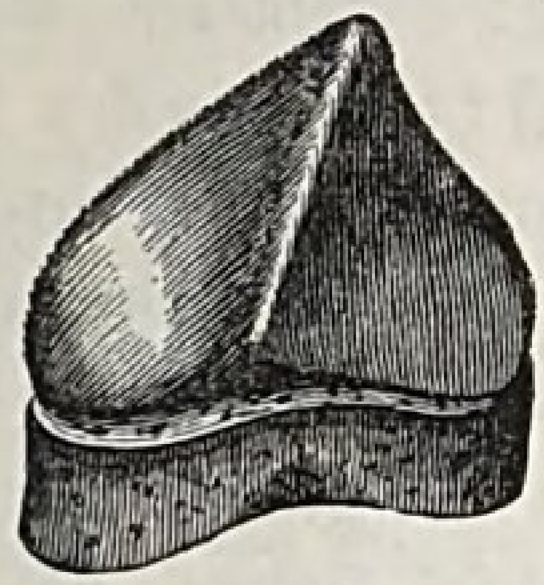


Fig. 583. Ein Zahn von Corax pristodontus aus der Kreideformation.



Fig. 585. Ein Zahn von Lamna Hopei aus der Eocenformation.

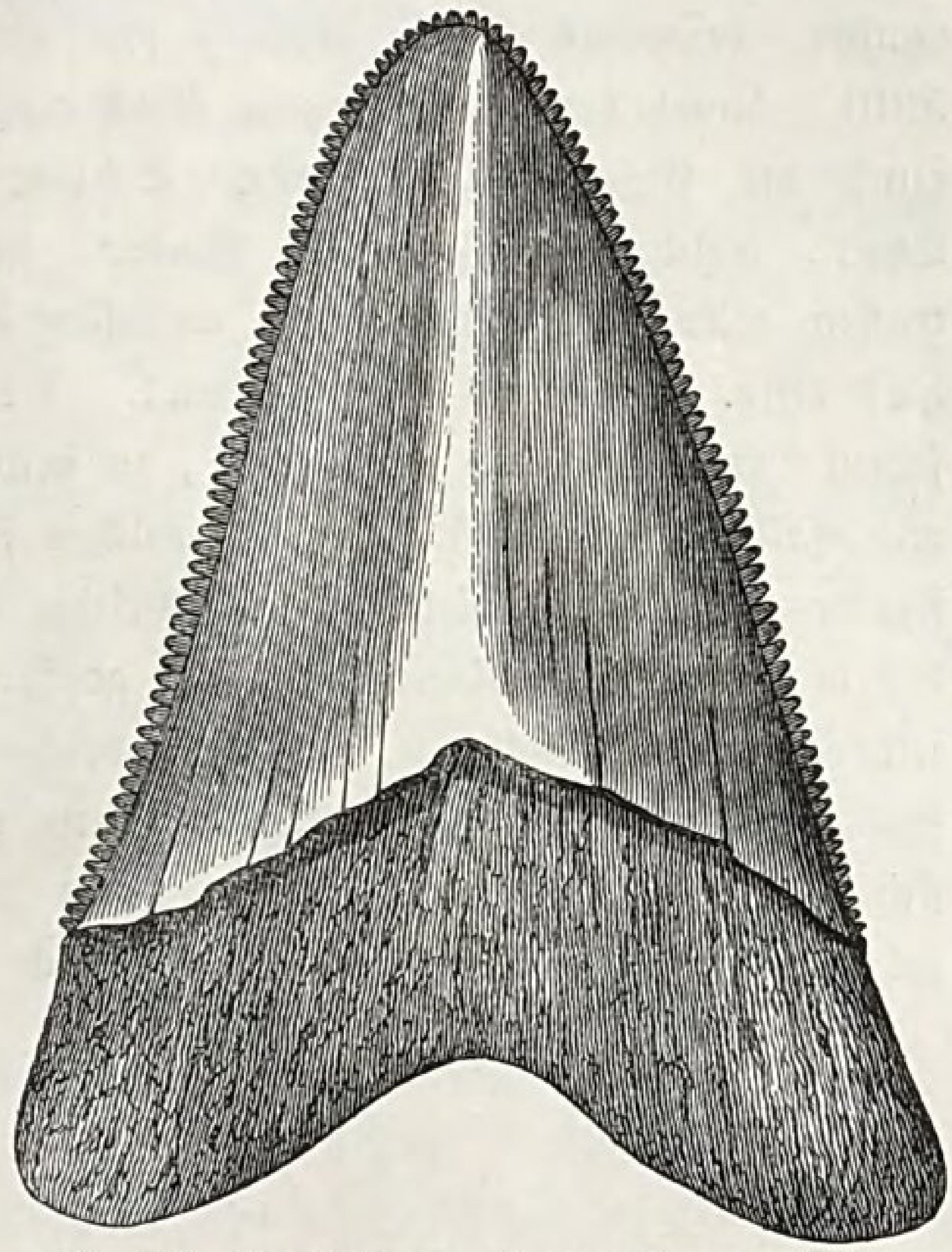


Fig. 584. Ein Zahn von Carcharodon megalodon aus der Miocenformation

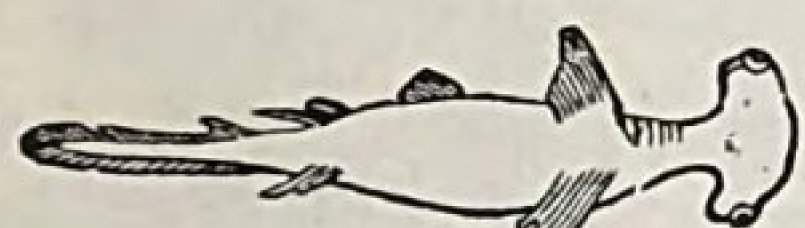


Fig. 586. Der Hammerfisch (Zygaena malleus). 1/80 d. nat. Gr.

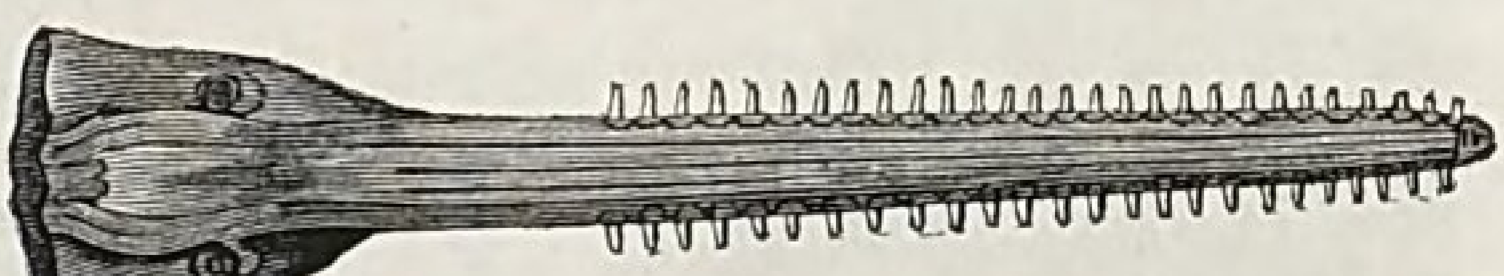


Fig. 587. Der Kopf des Sägefisches (Pristis antiquorum). 1/6 d. nat. Gr.

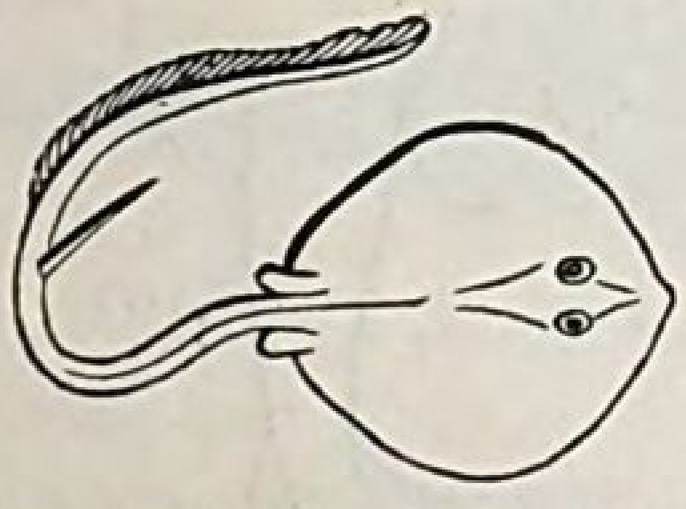


Fig. 588. Der gemeine Stechrochen (Trygon pastinaca) von der Oberseite. — 1/20 d. nat. Gr.

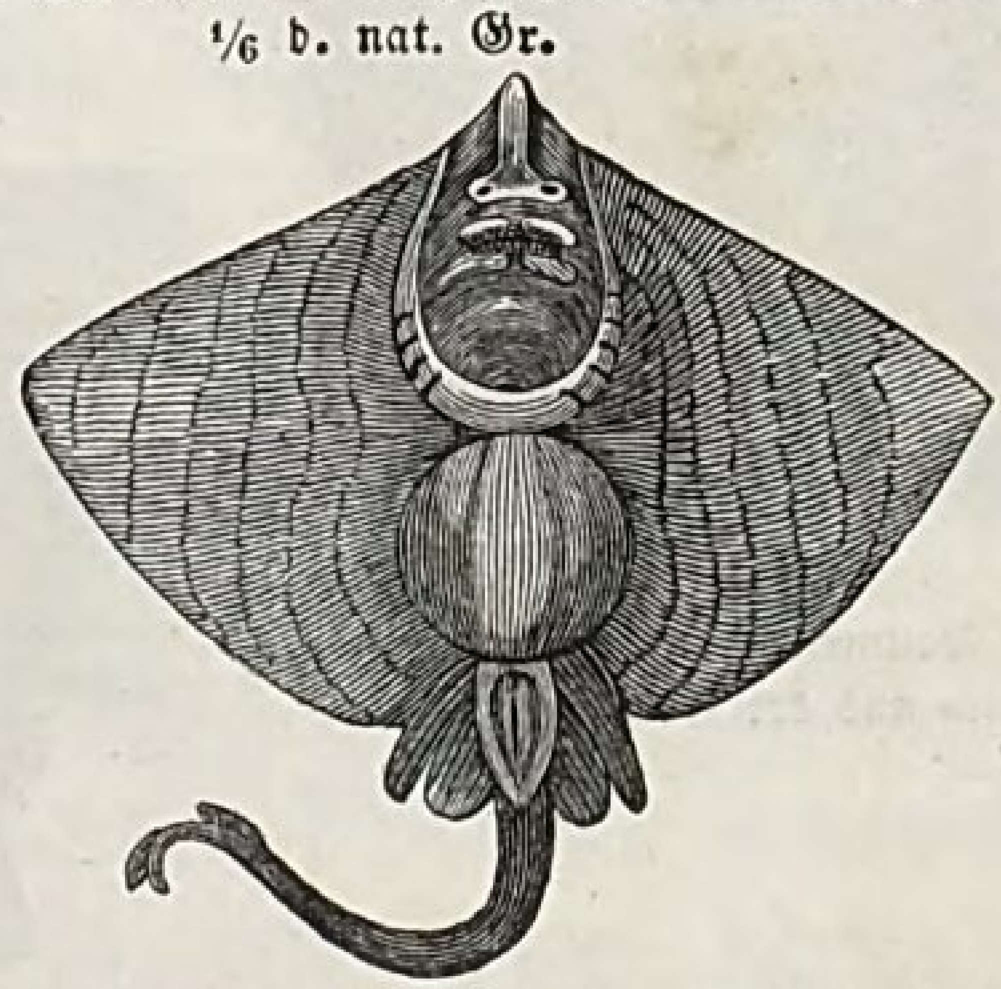


Fig. 589. Der Spitzrochen (Raja rostrata); ein junges Exemplar von der Unterseite. — 1/2 d. nat. Gr.

Die *Rochen* (Fig. 588) erscheinen auf den ersten Blick als die seltsamsten Thiergestalten, welche man sich vorstellen kann. Die *Brustflossen* derselben sind zu den Seiten des Vorderleibes flügelartig ausgebreitet und mit ihren Spitzen an die verlängerte *Schnauze* befestigt, dabei sehr fleischig, so daß auf diese Weise der ganze Vordertheil einer breiten fleischigen Scheibe oder Raute (Fig. 589) gleicht. Die *Augen* stehen auf der obern Fläche, ebenso die *Spritzlöcher*; auf der Un-

terseite dagegen steht ganz in der Fläche das breite, quere Maul und hinter demselben jederseits eine Reihe von Kiemenlöchern. Den Gaumen dieser Thiere bedecken ganz dicht zusammengedrängte Zahnplatten, welche vier- oder sechseckige Schilder oder Schienen darstellen, wie solche in der Oolith- und Kreideformation, besonders häufig aber in den tertiären Schichten gefunden werden (Fig. 590). Unter den jetzt lebenden Rochenarten ist der Zitterroche (Fig. 591) durch die Eigenschaft, elektrische Schläge zu ertheilen, bemerkenswerth. Dieses Thier, welches fast in allen Meeren, vorzugsweise aber im Mittelmeere, angetroffen wird, hat einen weit auffallendern Bau des elektrischen Werkzeuges (Fig. 592), als der Zitteraal. Es ist nämlich der Zwischenraum zwischen seinen Brustflossen und dem Kopfe, zu beiden Seiten dieses letztern, unter der Haut ausgefüllt mit einem Zellgewebe, welches jederseits gegen 1200 senkrecht zur breiten Fläche des Thieres stehende, sechsseitige Säulchen darstellt, und jedes Säulchen besteht seinestheils wieder aus einer großen Menge horizontal auf einander liegender, sechseckiger Hautblättchen, zwischen welchen sich reichliche schleimige Feuchtigkeit befindet. Mehre Aeste des achten, neunten und zehnten Gehirnnervenpaares verbreiten sich in diesem Zellgewebe. Man findet große Aehnlichkeit in der Einrichtung dieses elektrischen Organes mit dem elektrisch galvanischen Becherapparate der Physiker.

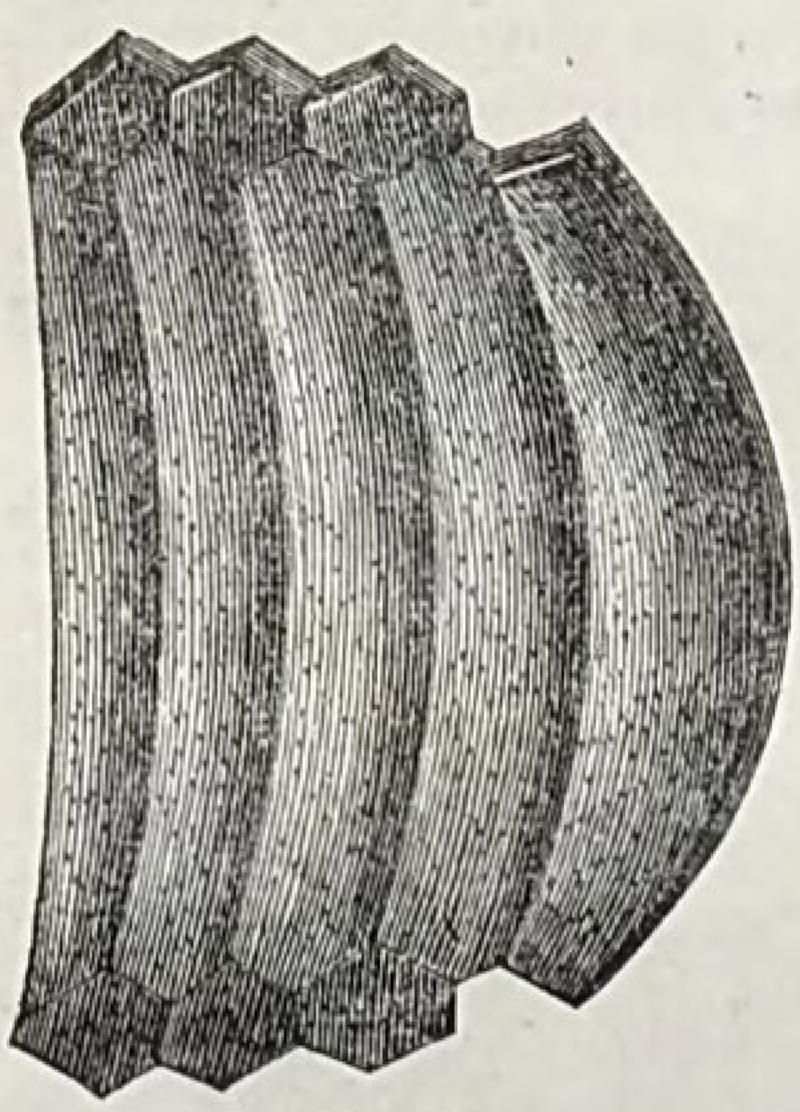


Fig. 590.
Der Gaumen von Myliobates punctatus aus der Eocenformation.

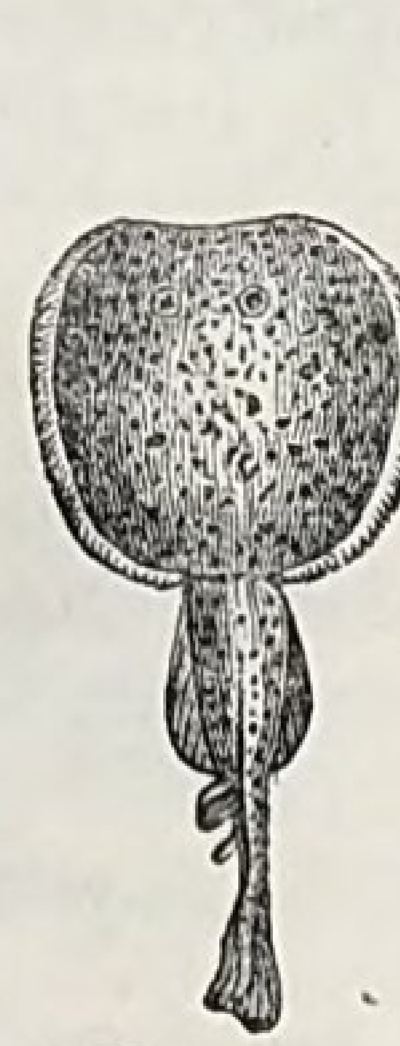


Fig 591
Der Zitterrochen (Torpedo narke). — 1/20 d. nat. Gr.

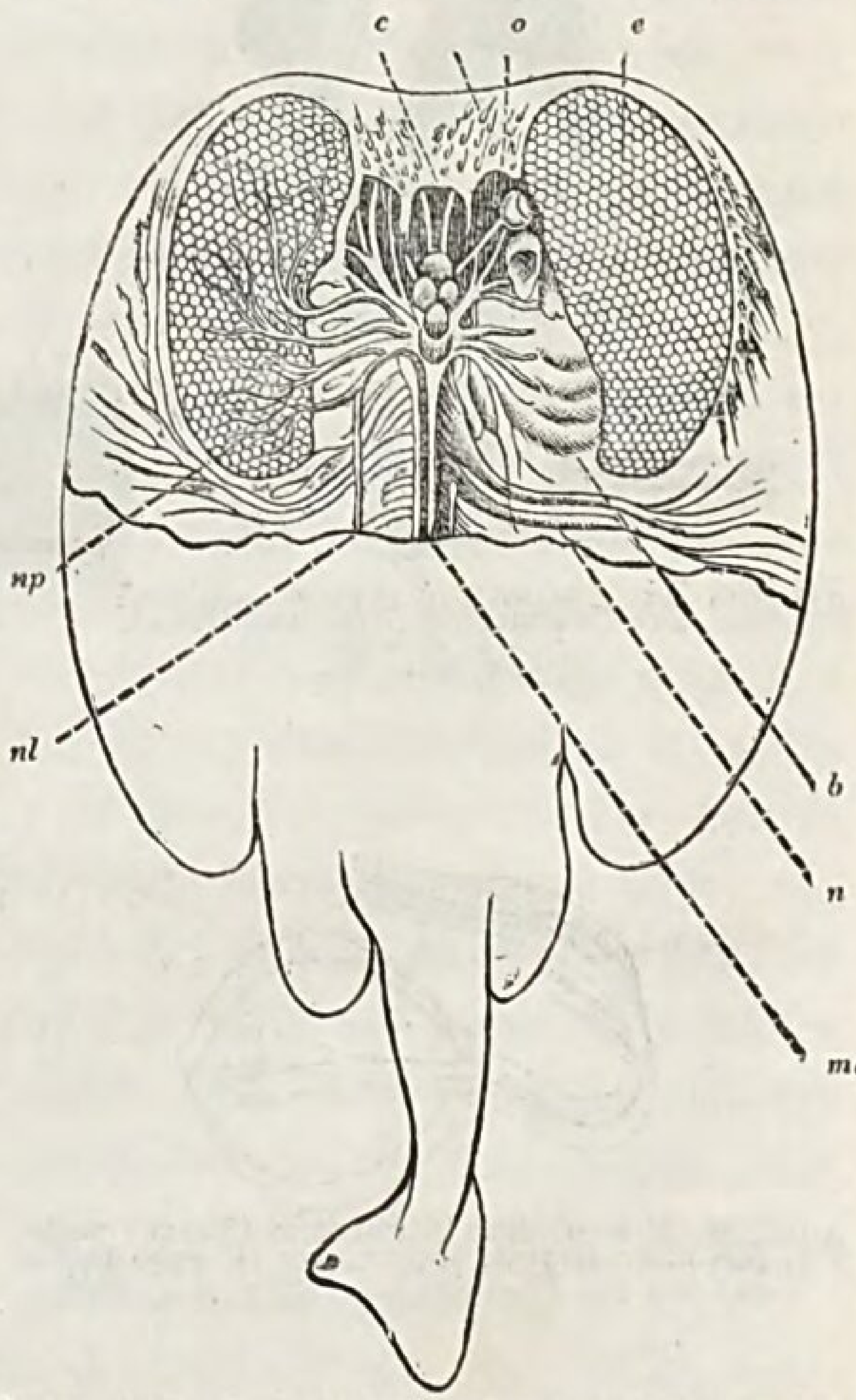


Fig. 592. Das elektrische Organ des Zitterrochen. *c* das Gehirn; *me* das Rückenmark; *o* das Auge und der Sehnerv; *e* die elektrischen Organe; *np* Lungenmagennerven, welche in das elektrische Organ gehen; *nl* ein Ast des vorigen, einen Seitennerven bildend; *n* Rückenmarksnerven; *b* Kiemen.

Die Plakoiden sind seit der ersten Erscheinung weniger Cestracionten in den devonischen Schichten in jeder neuern Periode der Schöpfung mit neuen, immer mannigfaltigern Formen vermehrt und vervielfältigt. Neben den bisher beschrie-

denen existirt noch eine zahlreiche Familie derartiger Geschöpfe, deren Existenz in frühern Perioden uns keine Spuren zurücklassen konnte, die rundmäuligen Plakoiden oder Cyklostomen (Fig. 593). Diese Thiere, von wurmförmiger Gestalt,



Fig. 593. Die Lamprete (Petromyzon marinus). — $1/_{10}$ d. nat. Gr.

deren Haut völlig weich und nackt ist, deren Skelett sich auf einen weichen Knorpelstrang und wenige andere, faserig häutige Knorpelstückchen beschränkt, denen die paarigen Flossen gänzlich fehlen, haben eine runde, trichterförmige Mundöffnung, welche sich an der Bauchfläche der Körpers mehr oder minder weit hinter dem Vorderende des Kopfes befindet, und welche mit sehr kleinen häkchenförmigen Zähnen besetzt ist. Sie nehmen ihre Nahrung saugend zu sich, wobei sie sich der Zunge wie eines Pumpenstempels bedienen. Ihre weit hinter dem Kopfe liegenden Kiemen bestehen nur jederseits aus 6 bis 7 blasenförmigen Säckchen, deren Wandungen mit Blutgefäßen durchwoben sind, und welche außen in runden Oeffnungen ausmünden, innen aber durch eine gemeinsame Röhre das Wasser aus dem Munde empfangen. Der senkrechte Finnensaum, welcher ihren Körper vom Nacken bis zum After umzieht, zeigt bei den Pricken oder Neunaugen und Lampreten eine unvollkommene Zertheilung in Rücken-, After- und Schwanzfinne, während derselbe bei den Ingern (Myxine) ganz unzertheilt ist. Diese letztern, noch obendrein augenlosen, Thiere sind jedenfalls die unvollkommensten aller fischartigen Geschöpfe, wenn man nicht etwa auch den Amphioxus zu denselben rechnen will, ein fast wurmartiges Seethierchen, welches weder ein Herz, noch rothes Blut, noch ein eigentliches Gehirn, noch auch äußere Kiemenöffnungen besitzt, und welches doch, durch ein deutliches Rückenmark, sowie durch eine Knorpelsaite (chorda dorsalis) an der Stelle der Wirbelsäule, sich als ein Wirbelthier ausweist.

Die Ganoiden oder Schmelzschupper sind meistens mit regelmäßigen Knochenschildern gleichsam gepanzert (Fig. 594). Diese Schilder unterscheiden

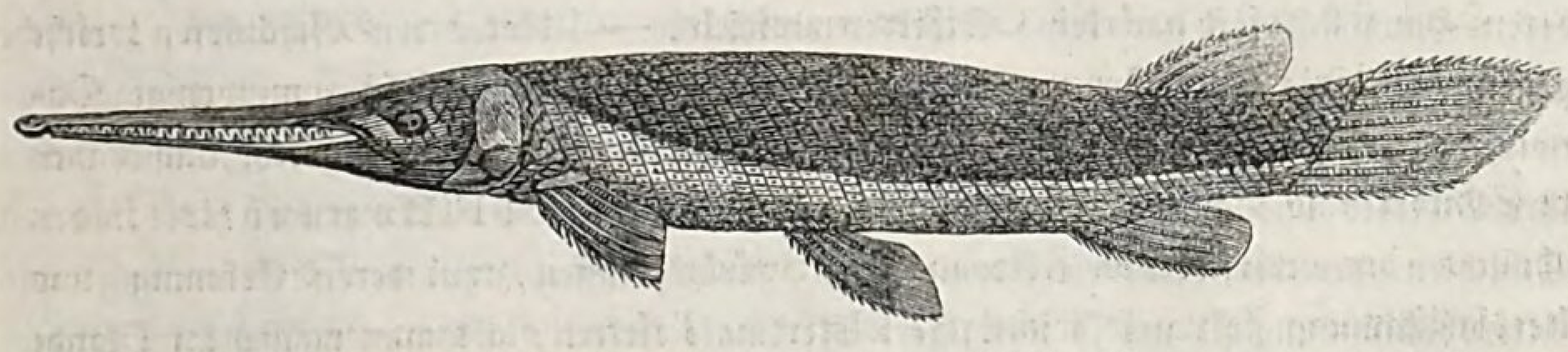


Fig. 594. Der Knochenhecht (Lepidosteus osseus) aus dem Mississippistrome. — $1/_8$ d nat. Gr.

sich von den Schuppen der Cykloiden und Ktenoiden, abgesehen von der Gestalt, hauptsächlich dadurch, daß dieselben nicht bloß hornige, von der Lederhaut in den taschenförmigen Einsackungen nur ausgesonderte Erzeugnisse sind, sondern vielmehr aus einer doppelten Substanz bestehen, indem nämlich das Lederhautgewebe selber in die Bildung derselben mit eingeht und durch Aufnahme von Kalk entweder knorpelig wird, gewöhnlich aber völlig verknöchert. Dabei pflegt dann die der Oberhaut entsprechende Schicht ebenfalls, wie bei den Plakoiden, durch starke Aufnahme von Kalk vollkommen zu erhärten und eine dem Zahnschmelze äußerst

ähnliche Masse darzustellen, so daß sie mitunter am Feuerstahle Funken gibt. Im Uebrigen haben diese Schilder mit den Schuppen der echten Fische insofern große Verwandtschaft, als sie ebenfalls in Taschen der Lederhaut sich entwickeln, welche unter der allgemeinen Oberhaut liegen. Die Entwicklung dieser in der Form von den Federn der Vögel so weit verschiedenen Hautbildungen läßt dennoch wesentliche Vergleiche mit denselben zu — dem schleimigen Federkeime entspricht der knöcherne Theil dieser Schilder, während der von jenem erzeugten Feder selbst die Schmelzdecke verglichen werden muß. Noch näher aber liegt wieder der Vergleich dieser Schilder mit Zähnen, mit welchen sie nicht allein die Entwicklungsweise, sondern auch die Substanz und mitunter selbst einigermaßen die Form gemein haben.

Die Schilder der Ganoiden sind bald rundlich und wie Dachziegel über einander gelagert, und in diesem Falle ist ihre Aehnlichkeit mit den Schuppen der Cykloiden nicht gering, bald eckig, bald stachelartig. Durch Verschmelzung mehrer Schilder zu einer Masse entstehen aber bei manchen hieher gehörigen Thieren breitere Schienen, welche sich wohl gar zu Halbgürteln, den Ringen am Bauche so vieler Schlangen vergleichbar, ausdehnen. Die Verwachsung geht mitunter bis zu einer wahren Panzerbildung; besonders am Kopfe besitzen viele sehr große Knochenschilder. Die eckigen Schilder haben meistens eine rautenähnliche, mehr oder minder reguläre, Form. Ihre Oberfläche ist, wie auch die der runden Schilder, mitunter glatt, mitunter aber mit Furchen, Reifen, Höckerchen, Zähnchen und mancherlei andere Zierrathen versehen; bei den eckigen bemerkt man nicht selten am Oberrande einen kleinen Vorsprung (der Nase eines Dachziegels vergleichbar), welcher genau in ein entsprechendes Grübchen am Unterrande des nächst benachbarten Schildes einpaßt. Durch diese Vorrichtung erhält das Knochenkleid eines solchen Fisches eine sehr feste, panzerartige Beschaffenheit. Bei gewissen andern Ganoiden sind ausgedehnte mehreckige Tafeln oder Schienen so dicht und genau an einander gefügt, daß hiedurch ebenfalls die vollkommensten Kuirasse gebildet werden. Noch andere Thiere dieser Ordnung tragen auf ihrem ganzen Leibe zahnartige oder stachelartige Knochenauswüchse. Ausnahmsweise gibt es unter den Ganoiden auch Gattungen, in deren Haut sich fast gar keine Schilder entwickeln. — Unter den Geschöpfen, welche gegenwärtig die Gewässer der Erde beleben, sind verhältnißmäßig nur wenige Ganoiden; desto mehr solche haben in frühern Perioden der Erde gelebt, und haben ihre Schilder und andere Ueberbleibsel, oft in großer Vollkommenheit, in den Schichten der verschiedenen Formationen zurückgelassen, zu deren Erkennung und Altersbestimmung sie um so wichtigere Merkmale liefern, als man meistens im Stande ist, aus einem einzigen Schilde, einem einzigen Zahne die Art des Thieres, von welchem diese vereinzelten Reste herrühren, mit Sicherheit zu erkennen. Dieser Wichtigkeit wegen führen wir die lebenden Ganoiden mit den ausgestorbenen in gemeinschaftlichen Familien in der Kürze auf.

Die eckschuppigen Ganoiden sind in der jetzigen Thierwelt nur durch zwei Geschlechter, die Knochenhechte (Fig. 594) in den großen Strömen Nordamerika's und die Flösselhechte (Polypterus) des Niles in Aegypten, vertreten. Diese Thiere besitzen eine hohe Vollkommenheit des Skelettes; bei den Knochenhechten sind die Wirbelknochen sogar ganz, wie bei den höhern Schilderthieren, durch

Gelenkköpfe und Pfannen mit einander verbunden. Sehr zahlreiche Arten und Geschlechter eckschuppiger Ganoiden liegen, völlig ausgestorben, in den Schichten aller petrefaktenführenden Formationen begraben, doch vorzugsweise in der Kupferschiefer-, Trias- und Oolithformation (Fig. 595 — 604). Man bemerkt bei ihnen, wenn man die ältesten Gattungen mit den jüngern und jüngsten vergleicht, eine ähnliche allmählige Vervollkommnung, wie diejenige, welche bei der embryonalen Entwicklung der jetzt lebenden Fische beobachtet wird. Die ältesten Eckschupper, welche in der devonischen Abtheilung der Uebergangsformation und in der Steinkohlenformation gefunden werden (Fig. 596 und 597), hatten anstatt knöcherner



Fig. 595.
Eine Schuppe von Gyrolepis Albertii aus dem Muschelkalke; vergrößert.

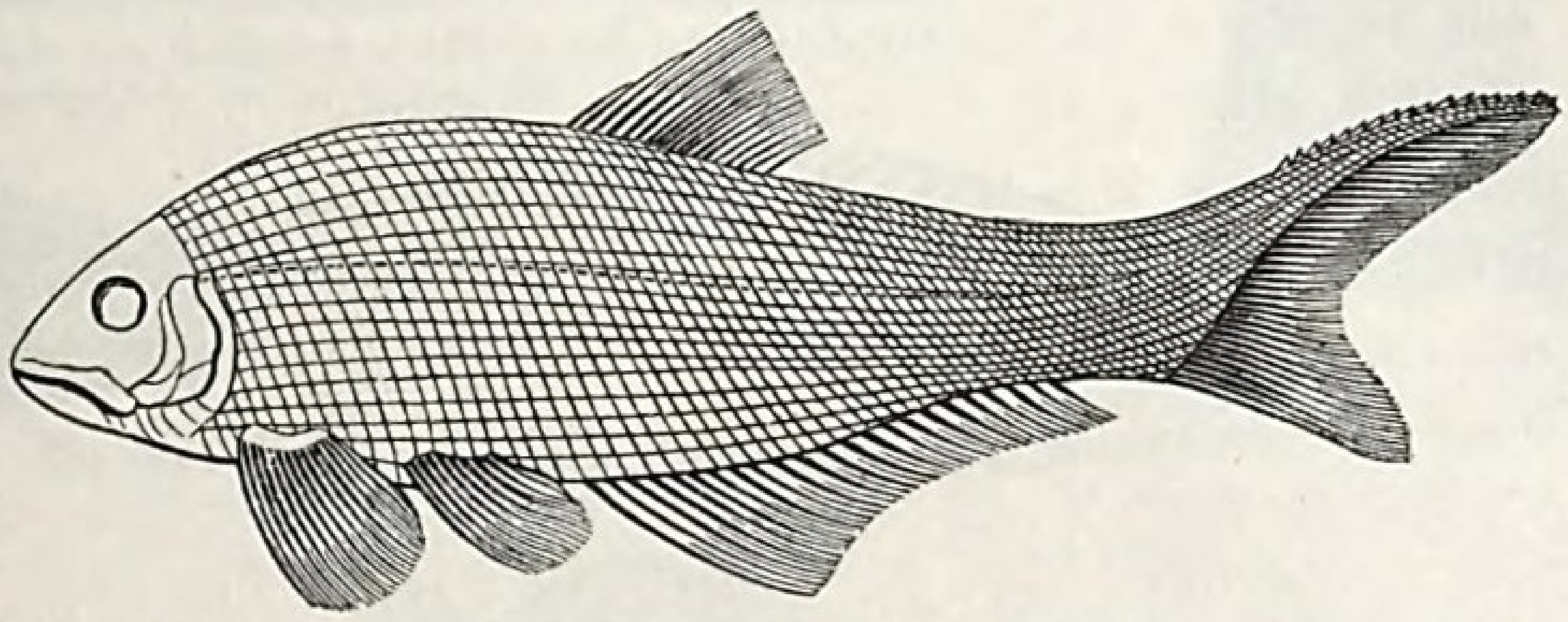


Fig. 596. Amblypterus macropterus aus der Steinkohlenformation — $^1/_2$ d. nat. Gr.

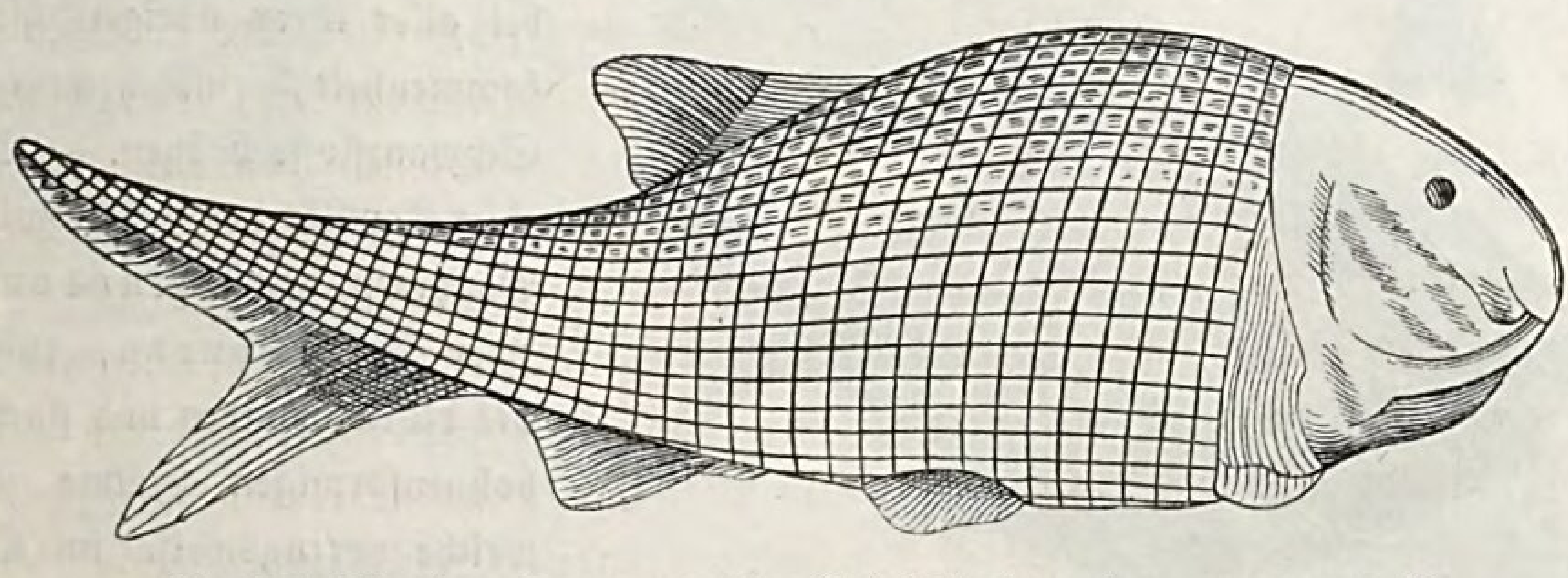


Fig. 597. Palæoniscus Duvernoy aus der Steinkohlenformation — $^1/_3$ d. nat. Gr.

Rückenwirbel größtentheils einen gallert- oder knorpelartigen Strang (chorda dorsalis), und nur die Apophysen waren verknöchert. Bei den Eckschuppern der Triasformation und des Liasgebirges ist diese Unvollkommenheit seltener und bei den meisten Gattungen, welche im Jura-, Wälden- und Kreidegebirge und in den Tertiärformationen ihre Ueberreste zurückgelassen haben, sowie bei den Flösselhechten der jetzigen Periode, finden sich knöcherne Wirbel mit trichterförmig vertieften Gelenkflächen, ganz wie bei den Fischen. Ferner sind die ältern Eckschupper, wie junge Fische zu sein pflegen, mehr breitmäulig und stumpfköpfig, während heutigen Tages nur spitzmäulige Arten leben, welche auch schon in den jüngern Schichten der Oolithformation, und in allen neuern Schichtenreihen einzeln anzutreffen sind. Endlich ist bei sämmtlichen Eckschuppern in den vor dem Juragebirge gebildeten Ablagerungen der Schwanz, wie bei den Fischembryonen in einem gewissen Zeitpunkte, zugespitzt und aufwärts gebogen und die Schwanzfinne nur auf der untern Seite, also ungleichgabelig (heterocerk) entwickelt (Fig. 598) und erst in den jurassischen Schichten stellen sich die ersten Eckschupper mit gleichgabliger (homocerker) Schwanzfinne ein (Fig. 599 und 600), welche nachgehends mehr und mehr das Uebergewicht gewinnen. Merkwürdig ist es, daß die jetzigen Knochenhechte,

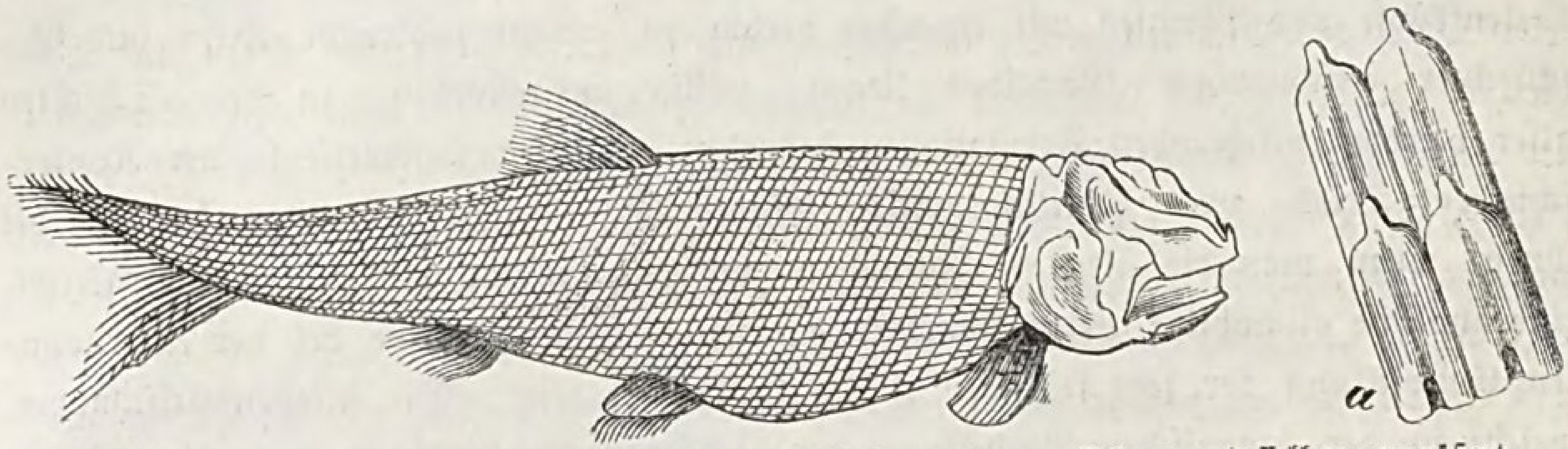


Fig. 598. Palæoniscus Freieslebeni aus der Kupferschieferformation. a Schuppen desselben vergrößert. ½ d. nat. Gr.

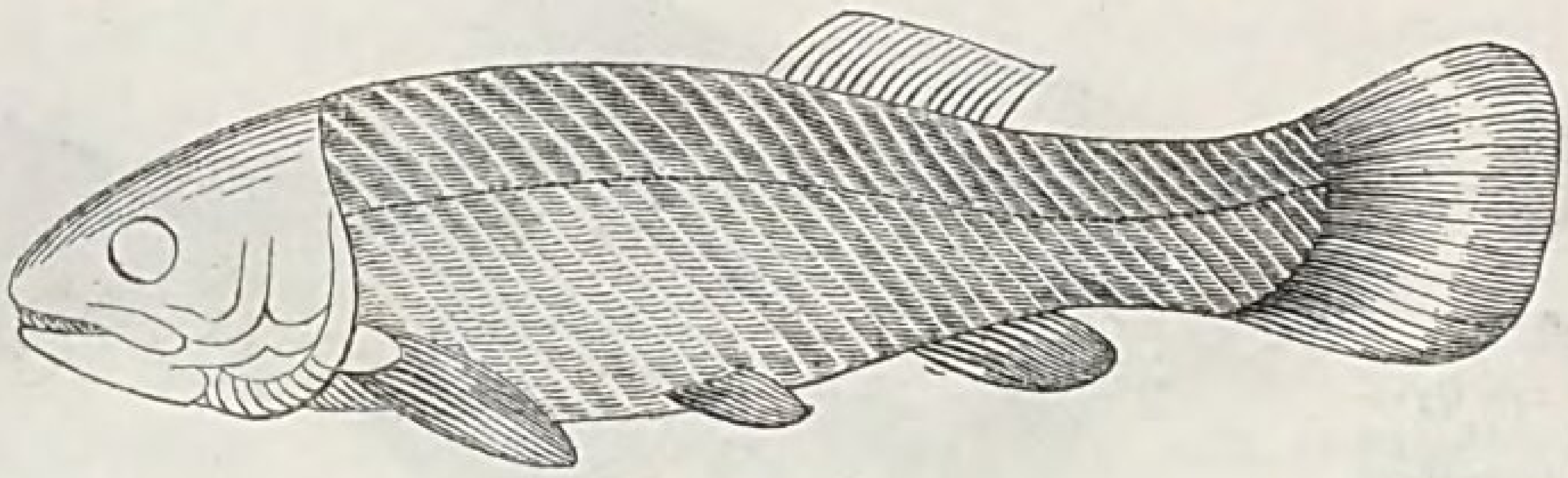


Fig. 599. Megalurus aus der Oolithformation. — ½ d nat. Gr.

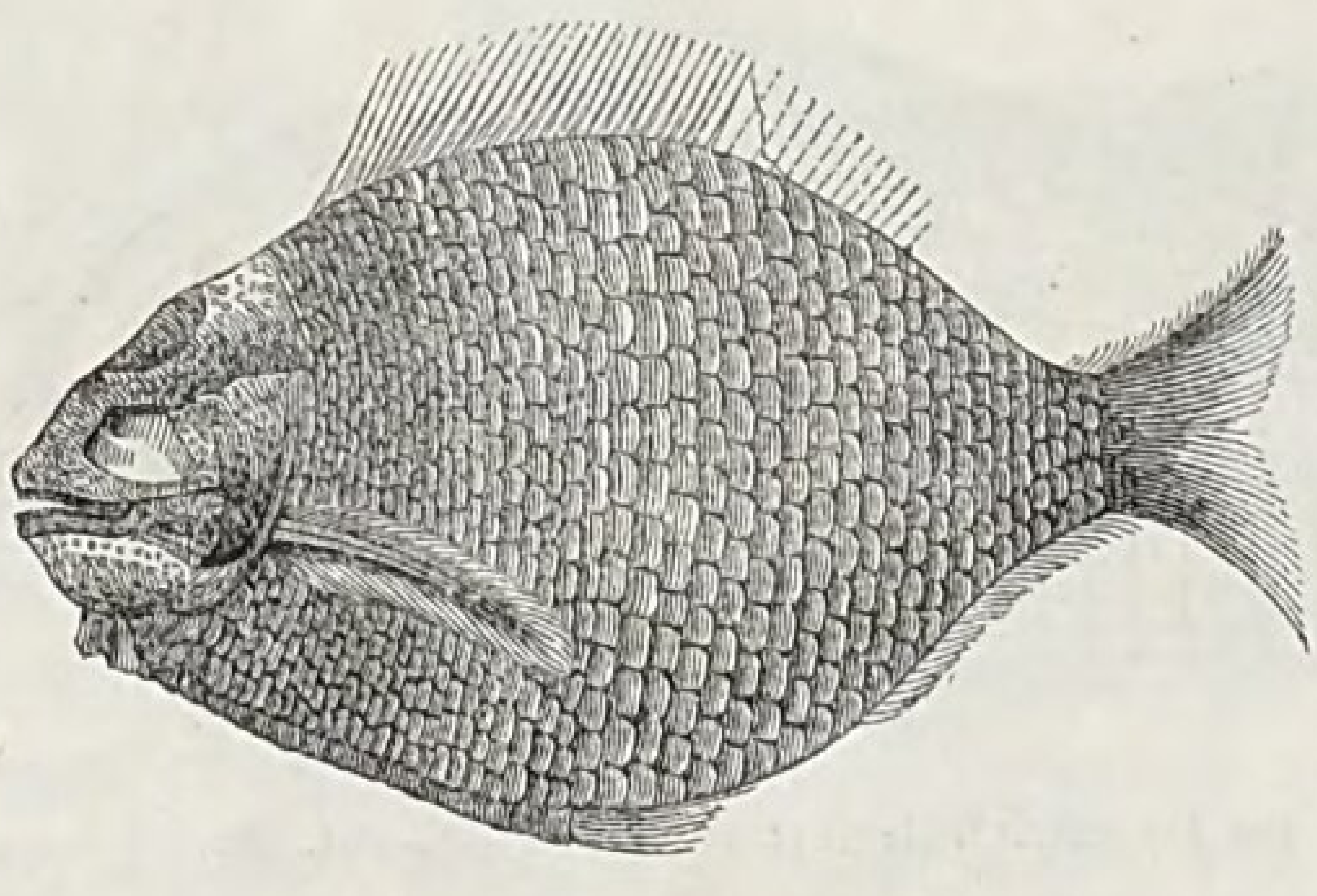


Fig. 600. Dapedius politus aus der Oolithformation. ⅓ d. nat. Gr.

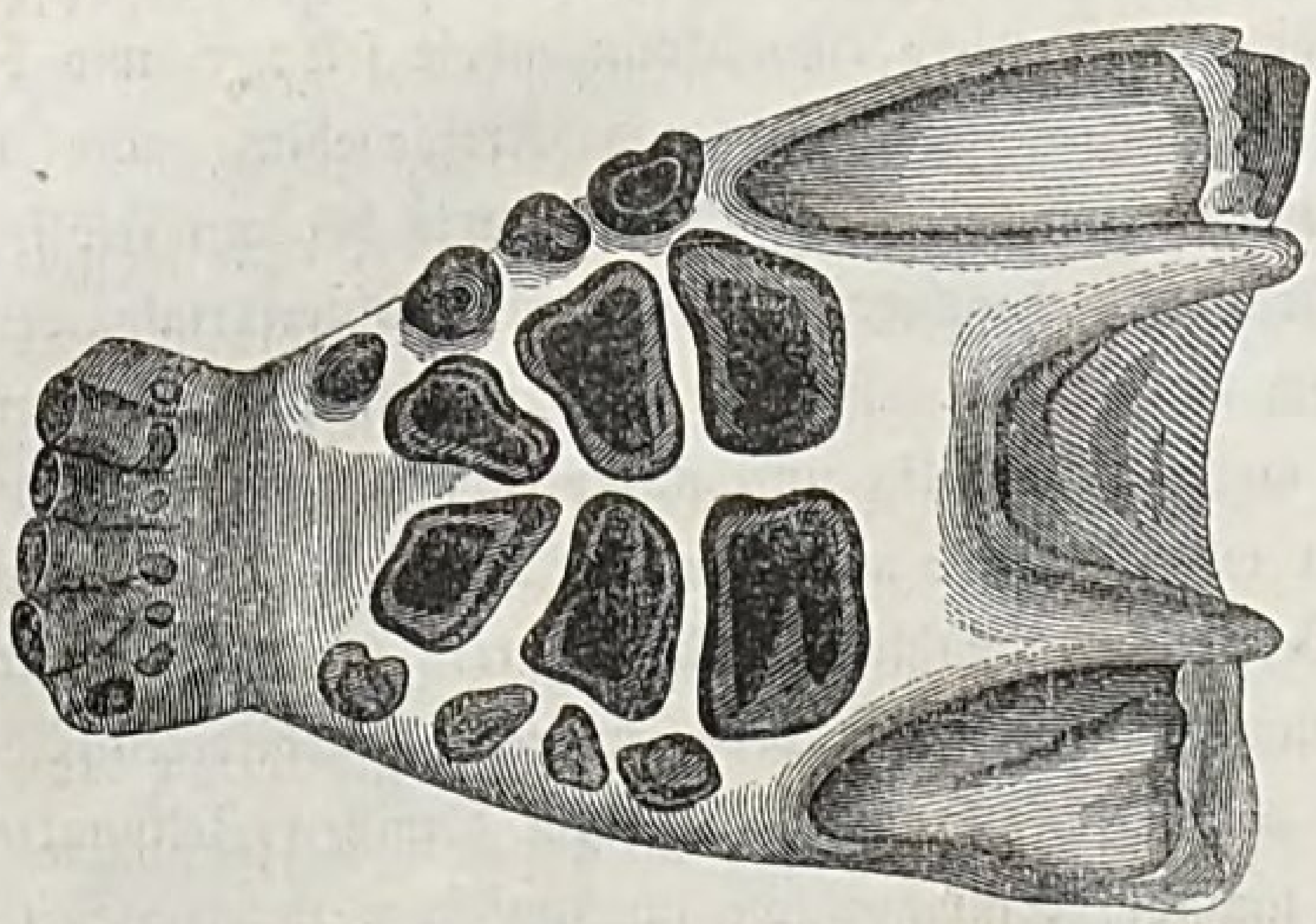


Fig. 601. Der Gaumen von Placodus Andriani aus dem Muschelkalke; die Schneidezähne sind ausgefallen. — ⅓ d. nat. Gr.

bei aller ihrer übrigen Vollkommenheit, eine heterocerke Schwanzflosse besitzen. — Von einer Familie der eckschuppigen Ganoiden, den Pyknodonten oder Dickzähnern, rühren die dicken, runden und flachen, bohnenförmigen Zähne her, welche vorzugsweise im Oolithgebirge so häufig getroffen werden (Fig. 601). Durch Größe der Schilder zeichneten sich die Lepidoiden (Fig. 600) aus. Die Sauroiden (Fig. 602 und 603), oder eidechsenartige Fische, mit welchen die Lepidosteinen, die Knochenhechte und Flösselhechte selbst allernächst verwandt sind, erinnern in mehren Beziehungen an die Schlangen und Saurier, besonders durch engere und festere Verbindung der Schädelknochen, durch die Anfügung der Apophysen und der Rippen an die Wirbelknochen, die zweitheilige und zellige, einer Lunge sehr vergleichbare Schwimmblase, eine spiralförmige Falte im Mastdarme (Fig. 604) und mehre andere

Verhältnisse. Die Zähne (Fig. 602 — 605) dieser Thiere sind kegelförmig, gefurcht (Fig. 605) und ganz so gebaut, wie die der ausgestorbenen Labyrinthodonten.

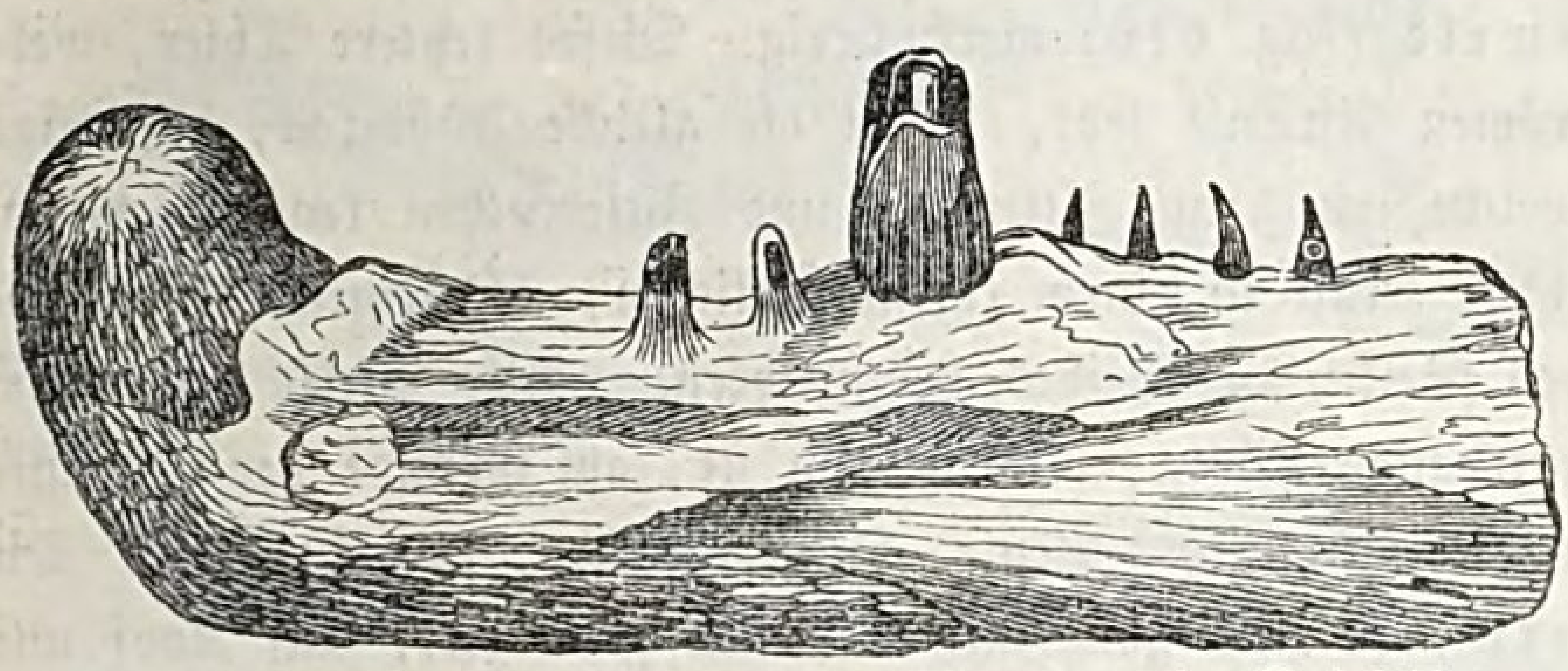


Fig. 602. Unterkinnlade von Holoptychus Hibberti aus der Steinkohlenformation. — 1/3 d. nat. Gr.

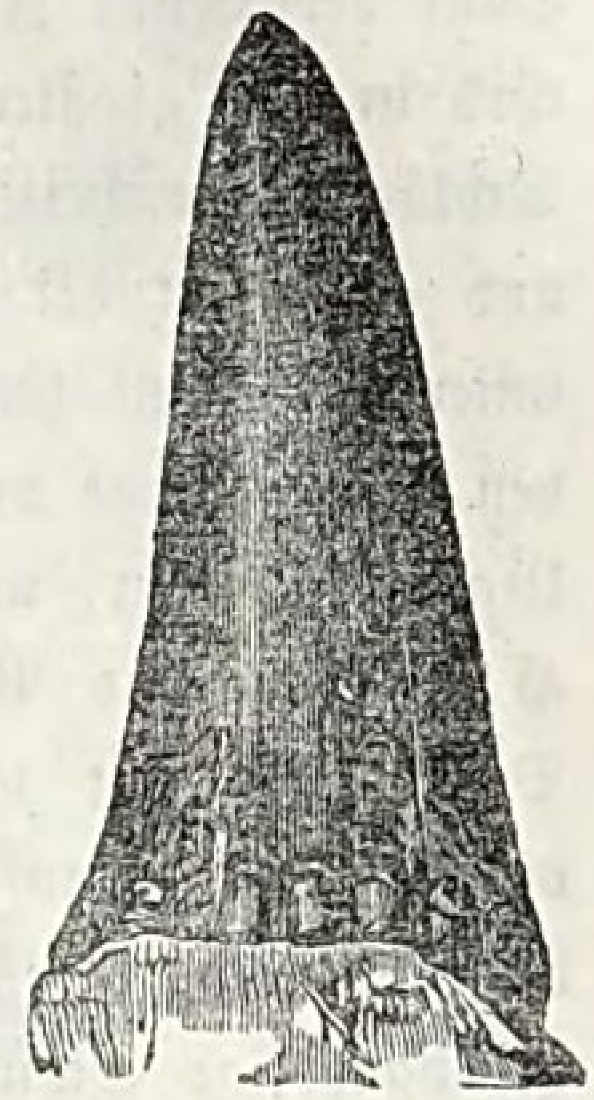


Fig. 603. Ein Zahn von Megalichtys Hibberti aus der Steinkohlenformation. — Nat. Gr.

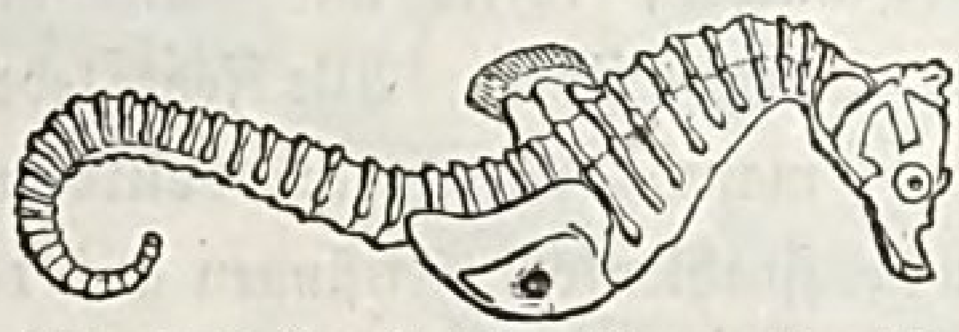


Fig. 606. Das Seepferdchen (Syngnathus hippocampus). — 1/2 d. nat. Gr.

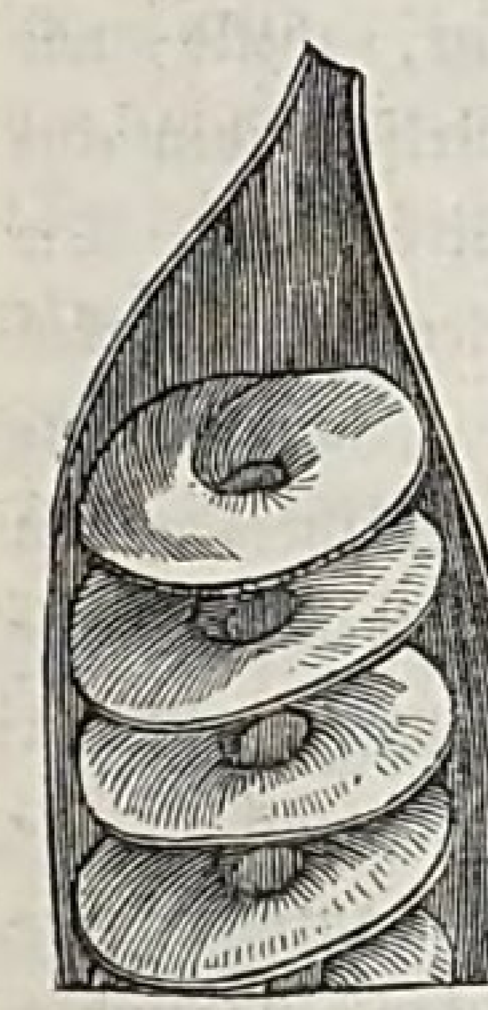


Fig. 604. Spiralfalten im Mastdarme, wie solche bei den Sauroiden, den Squaliden und manchen Sauriern gefunden werden.

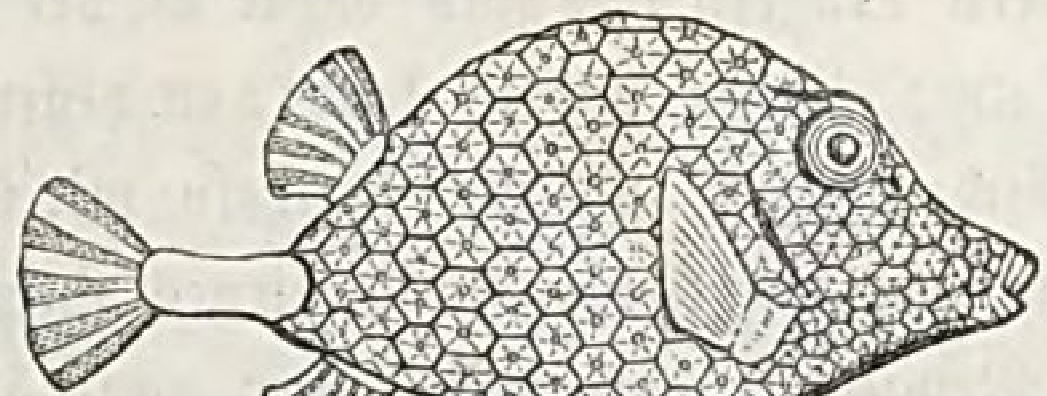


Fig. 607. Der Koffer (Ostracion turritus. — 1/4 d. nat. Gr.

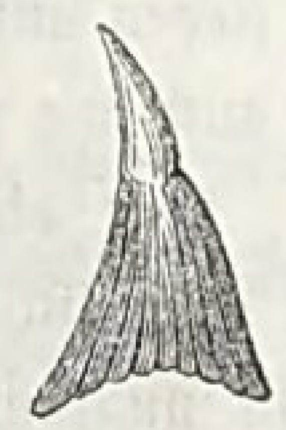


Fig. 605. Ein Zahn von Saurichtys Mougeoti aus dem Muschelkalke.

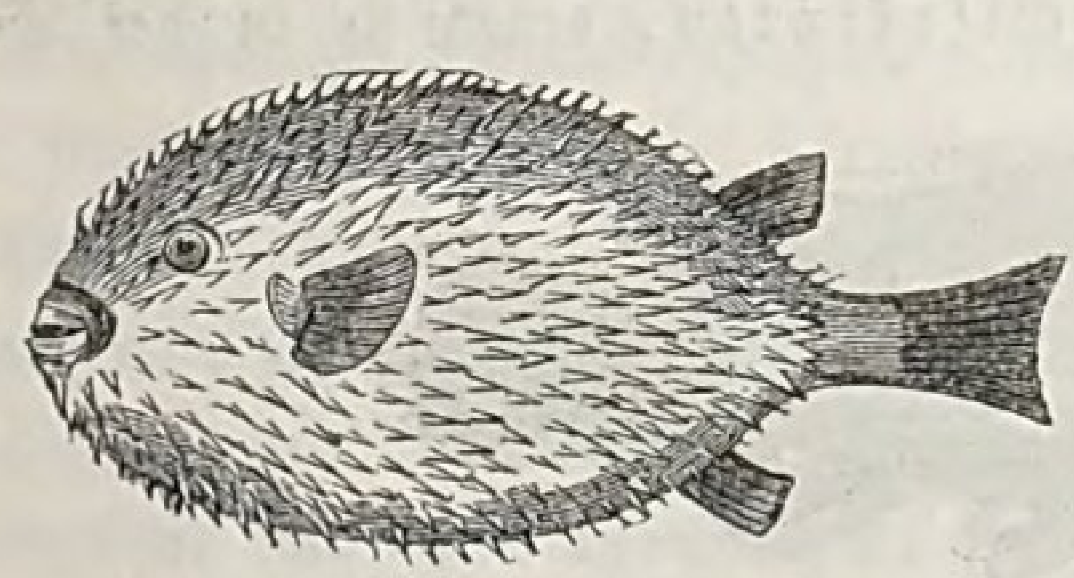


Fig. 609. Der Igelfisch (Diodon hystr ix). 1/10 d. nat. Gr.

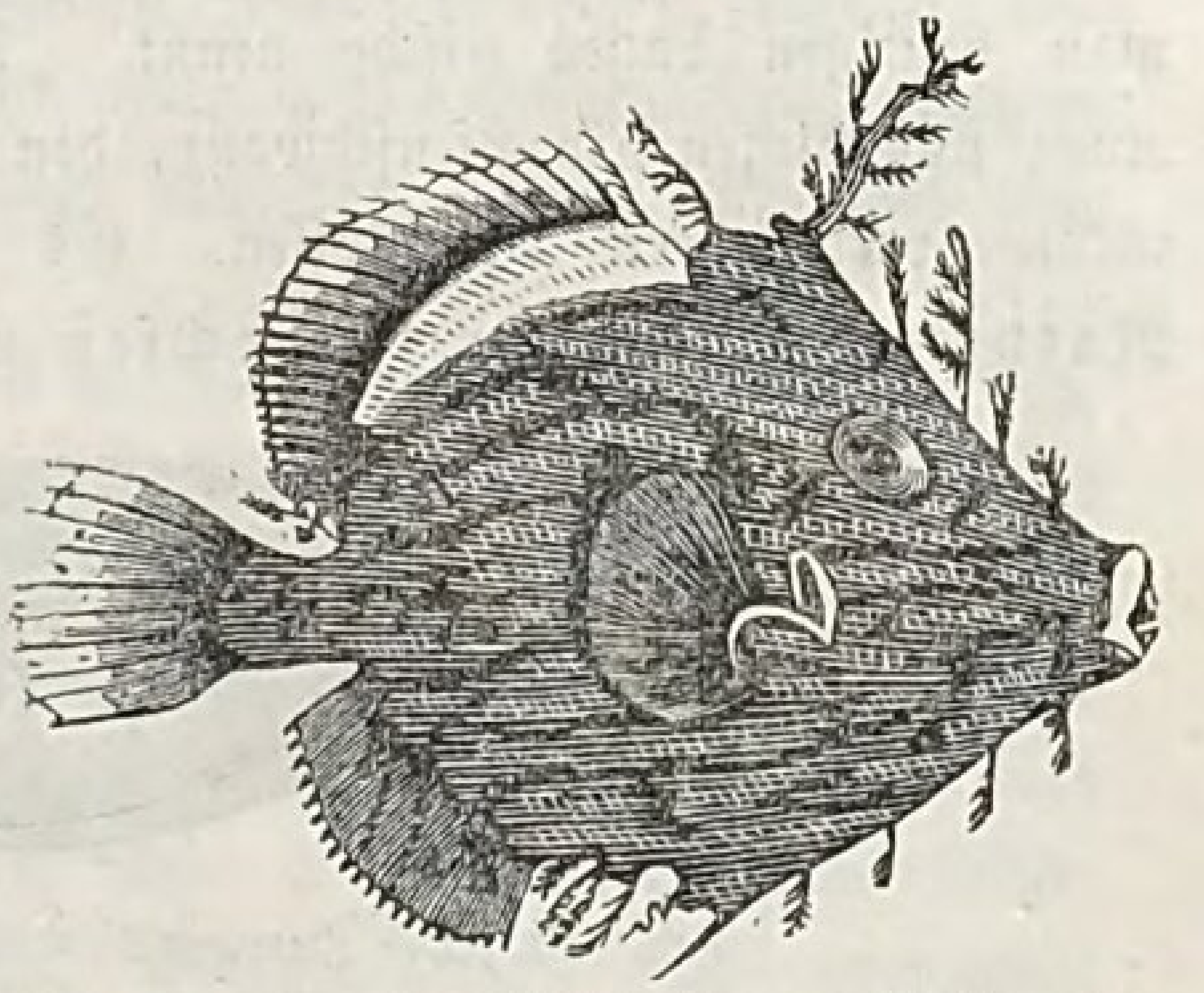


Fig. 608. Der Hornfisch (Balistes penicilligerus). 1/10 d. nat. Gr.

Unter den gepanzerten Ganoiden herrscht in der gegenwärtigen Schöpfung eine ziemliche Mannigfaltigkeit. Die wunderlichsten Gestalten zeigen die Nadelfische und Seepferdchen (Fig. 606), welche büschelförmige Kiemen besitzen und somit zu der, erst in der Kreideperiode begonnenen, Familie der Büschelkiemer (Lophobranchii) gehören; ferner die Koffer (Fig. 607) und die Hornfische (Fig. 608) aus der Familie der Dickhäuter (Sclerodermi), sowie die Stachelfische (Tetrodon) und Igelfische (Fig. 609) aus der Familie der Nacktzähner (Gymnodontes), welche letztere sich durch die eigenthümliche Verwachsung aller Zähne auf den Kiefern zu gemeinsamen, schnabelähnlichen Leisten auszeichnen. Die Familie der Welse (Siluroidei) beschränkt sich auf die

gegenwärtige Schöpfung. Neben dem gemeinen Wels, welcher fast ganz nackt ist und nur auf dem Kopfe und Nacken einen Schild trägt, ist der, nur mit nackter Haut versehene, Zitterwels (Fig. 610) merkwürdig. Dieses letztere Thier, welches in den größten Strömen Afrika's lebt, besitzt die gleiche Fähigkeit, blitzartige Schläge zu ertheilen, welche wir beim Zitteraale und Zitterrochen kennen lernten, und es scheint bei ihm diese Kraft in einem eigenthümlichen, blättrigen Zellgewebe unter der Haut längs den Seiten des Leibes herzurühren. Alle Welse haben um den Mund lange peitschenförmige Fäden, mit welchen sie, am Grunde der Gewässer liegend, spielen, um durch dieselben ihre Beute, kleinere Fische, herbeizulocken. Die Harnisch- und Panzerwelse sind ganz mit Schienen gepanzert, auf Kopf und Bauch aber mit plattenförmigen Schildern versehen (Fig. 611). Erstere kriechen oft stundenweit auf dem Lande umher, theils mit Hülfe der Flossen, theils, wie die Schlangen, mit Hülfe der Bauchschilder. Alle jetzt lebenden Welse haben eine gleichgabelige Schwanzfinne und manche Arten eine vollkommene Wirbelsäule. Die welsartigen Fische besitzen häufig strahlenlose Fettfinnen auf dem Rücken, mit starken Knochenstacheln, wie diejenigen der Rochen und Haie; aber diese „Ichthyodorulithen" stehen auf besondern Trägern und sind daher an der Gelenkfläche ihres untern Endes, auch wo man sie etwa einzeln findet, leicht von denen der Plakoiden zu unterscheiden. Nur die Hornfische haben ähnliche Stacheln mit Gelenken, wie die Welse. In den devonischen Schichten des Uebergangsgebirges findet man in manchen Gegenden in unglaublicher Menge die Ueberreste einer ganz ähnlichen gepanzerten Familie, der schildköpfigen Ganoiden (Cephalaspides). Mehre Gattungen dieser Familie (Fig. 612) haben kaum einige Aehnlichkeit mit den Thieren, welche man heutigen Tages Fische nennt. Die Pterichthys (Fig. 613) z. B. hatten einen flossenlosen Eidechsenschwanz, den gepanzerten Leib einer Schildkröte und sichelartige, verknöcherte Brustflossen. Es ist, als ob in diesen Geschöpfen die Natur echter Fische, Eidechsen und Schildkröten, denen sie in der Schö-

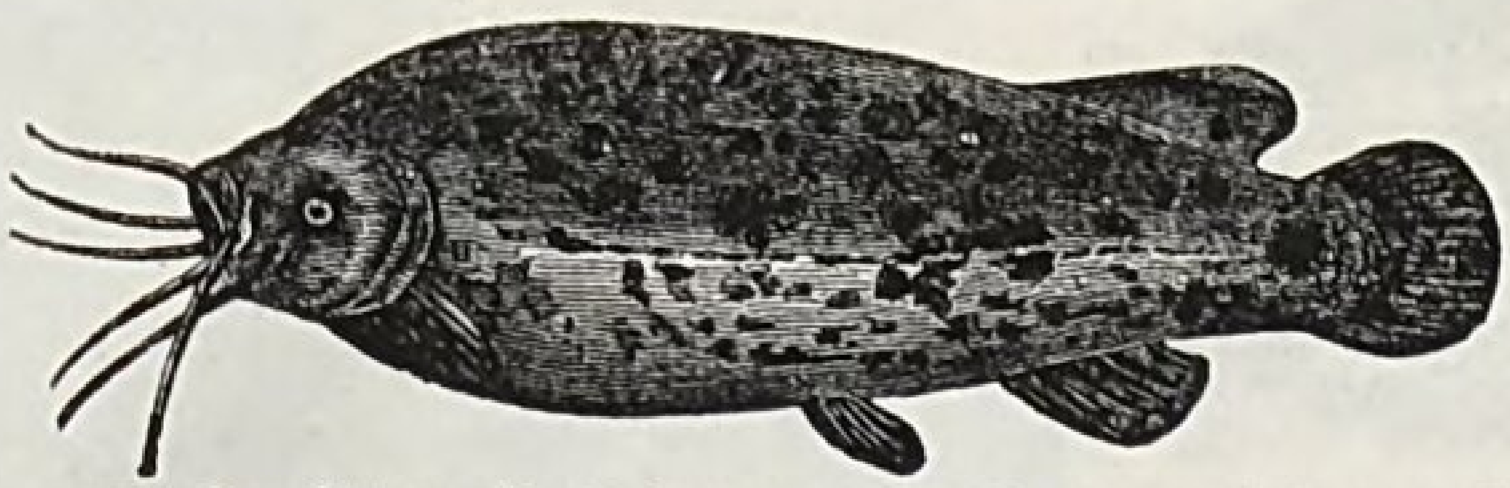


Fig. 610. Der Zitterwels (Malapterurus electricus). — $1/6$ d. nat. Gr.

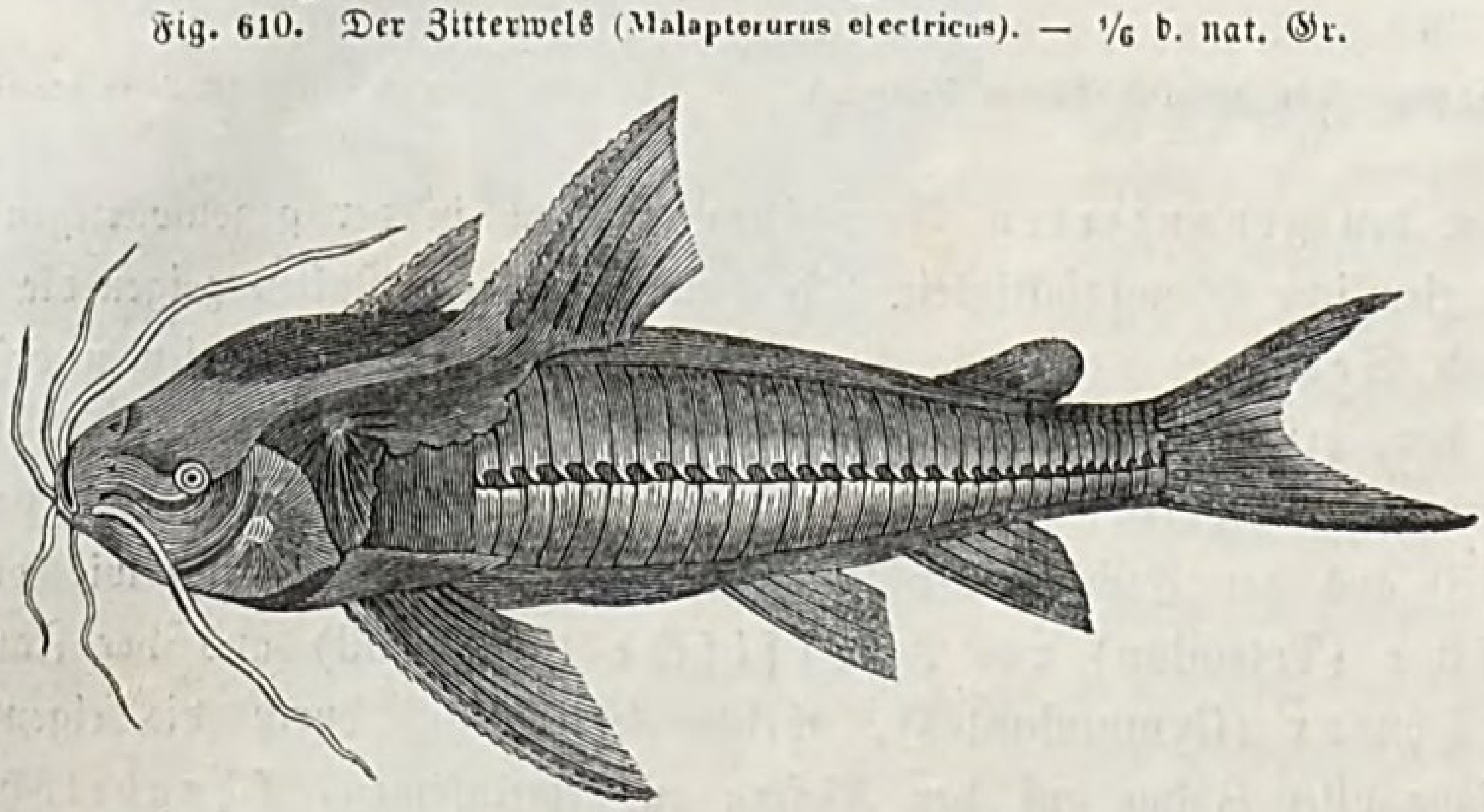


Fig. 611. Der Harnischwels (Cataphractus americanus). — $1/4$ d. nat. Gr.

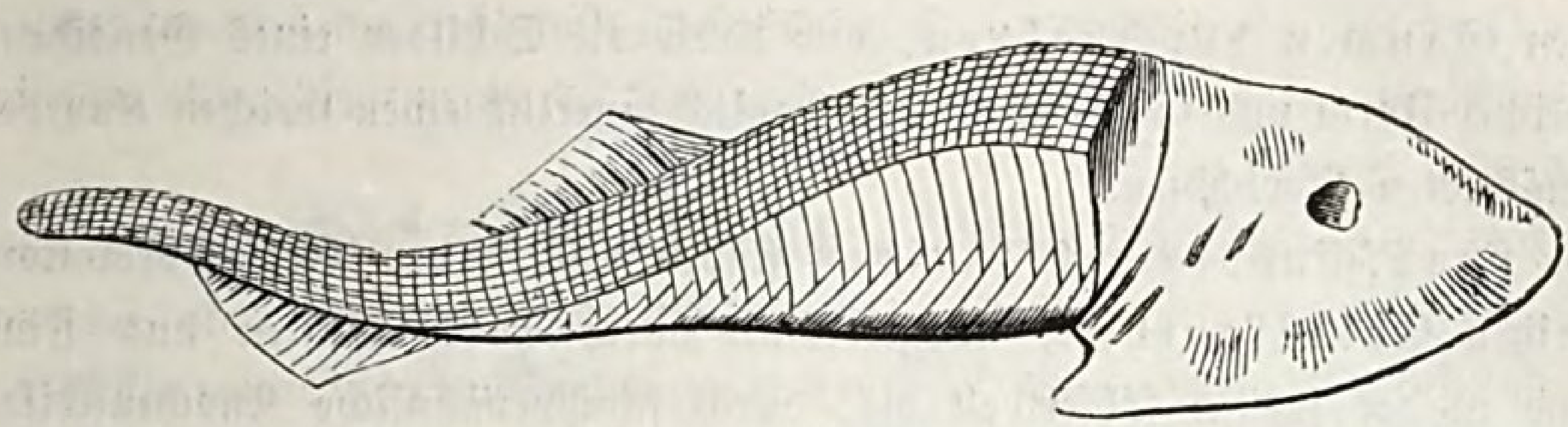


Fig. 612. Cephalaspis Lyelli aus der Uebergangsformation. — $\frac{1}{3}$ d. nat. Gr.

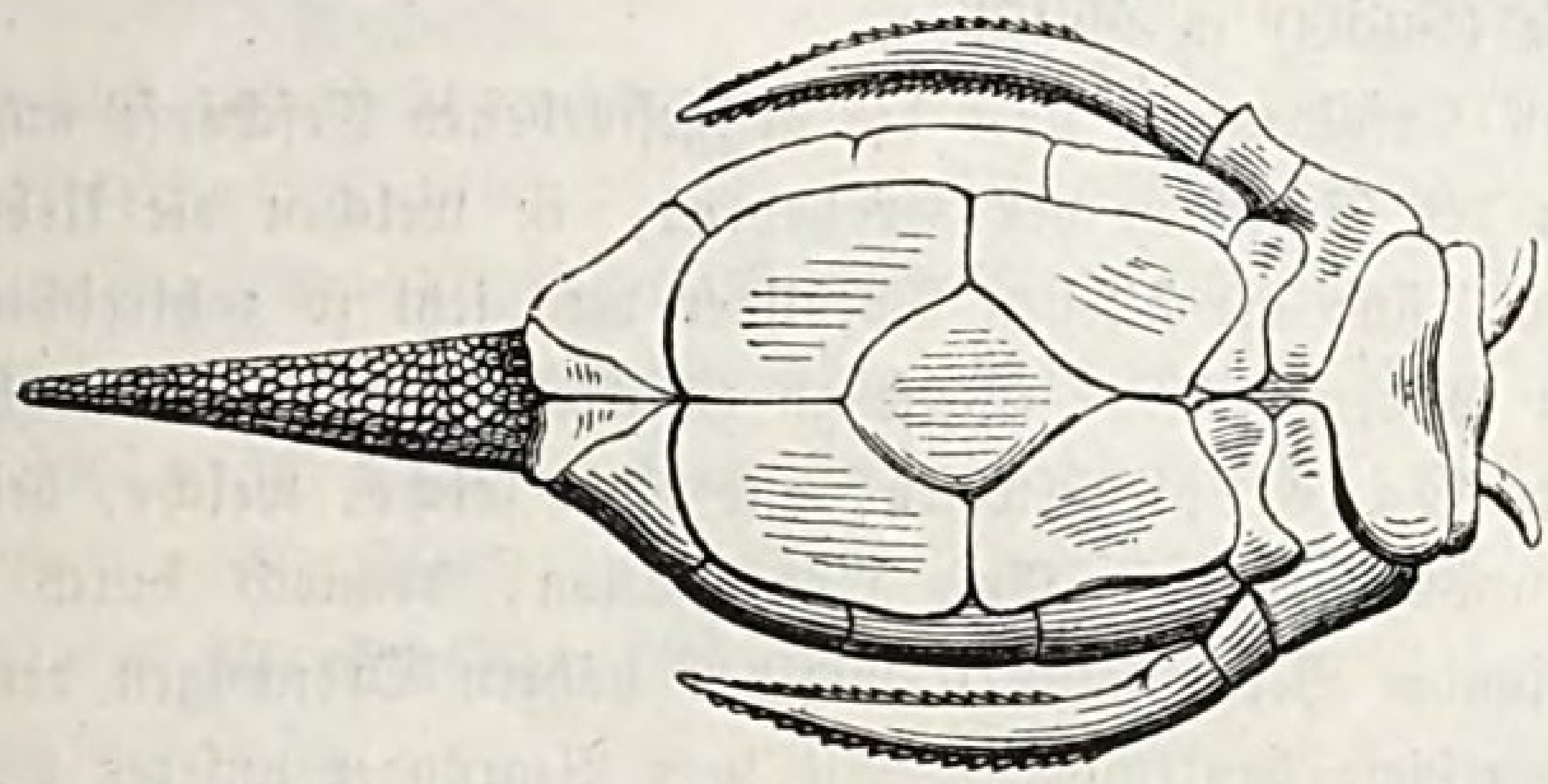


Fig. 613 Pterichthys latus aus der Uebergangsformation. — $\frac{1}{10}$ d. nat. Gr.

pfung vorausgingen, mit einander vereinigt sei. Alle Ganoiden der devonischen Periode stimmen, als Fische betrachtet, mit den Embryonen der jetzigen Fische wesentlich überein. Sämmtlich hatten sie die gallertartige Knorpelsaite statt knorpeliger oder knöcherner Wirbel, und nur einige hatten dabei verknöcherte Apophysen. Bei allen war der Schädel nur knorpelig, dagegen durch Deckschilder der Kopf geschützt. Alle waren entweder acerk (ganz ohne Schwanzfinne) oder heterocerk, hatten einen breitgedrückten Kopf, mit obenstehenden, oft sehr nahe zusammengerückten, Augen, und ein breites, halbkreisförmiges Maul entweder auf dem Vorderrande des Kopfes, oder gar auf der Unterseite desselben.

Eine ähnliche Entwicklungsstufe stellen, erst seit der Oolithformation beginnend, in der jetzigen Schöpfung die störartigen Fische dar (Fig. 524). Auch diese haben das Maul, welchem jede Spur von Zähnen fehlt, auf der Unterseite, bei lang vorragender Schnauze; einen knorpeligen Schädel, durch starke knöcherne Deckschilder geschützt; Reihen von Schildern auf dem Rücken und den Seiten; eine heterocerke Schwanzfinne und einen knorpeligen, freilich doch schon in Wirbel gegliederten Rückgrat. Die Störe sind den Chimären unter den Plakoiden sehr nahe verwandt.

Hier ist auch der Lepidosirenen (Fig. 614) zu gedenken, von welchen man nur in der gegenwärtigen Schöpfung einige Arten kennt und welche im wunderbarsten Grade die Natur eines Fischembryo mit derjenigen einer Eidechse vereinigen. An Gestalt den Kolbenmolchen (Fig. 528) ähnlich, besitzen diese Thiere einen unzertrennten Finnensaum, wie die Larven der Frösche, aber durch Strahlen gestützt; vier runde Knorpelstummel anstatt der Brust- und Bauchflossen; büschelförmige Kiemen äußerlich, vollständige Lungen innerlich und Nasenlöcher,

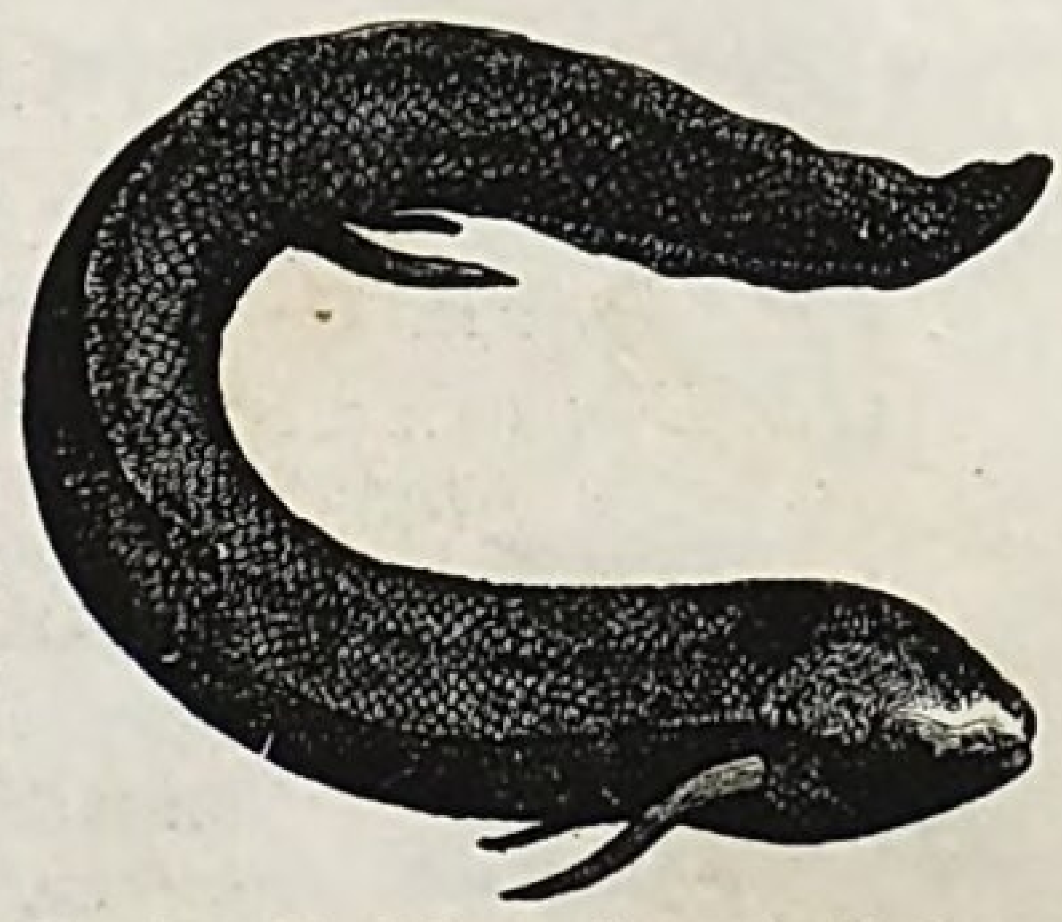


Fig. 614. Die Schuppensirene (Lepidosiren annectens). — $\frac{1}{3}$ d. nat. Gr.

welche den Gaumen durchbohren, und dabei die Schilder eines Ganoiden, aber von rundlicher Form und nur verknorpelt; endlich innerlich einen weichen Knorpelstrang mit verknöcherten Apophysen.

Von rundschuppigen Ganoiden finden sich in den ältern Formationen die merkwürdigen Coelakanthen, ausgezeichnet durch hohle Gräten und Finnenstacheln, und in der jetzigen Thierwelt die, durch schuppenähnliche Knochenschilder von außerordentlicher Größe auffallenden, Schlammfische (Amia) in Nordamerika und Raspelfische (Sudis) in Brasilien.

Nach allen Erfahrungen über die ausgestorbenen Geschöpfe und nach den Altersverhältnissen der Schichten des Erdbodens, in welchen die Ueberreste derselben gefunden werden, sind die ältesten Vorbilder der, jetzt so zahlreichen und mannigfaltigen und in so verschiedener Weise zu zweckmäßiger Vollkommenheit entwickelten, Wirbelthiere nur Ganoiden gewesen, und zwar solche, welche, bei allen Beweisen einer tiefen Entwicklungsstufe ihrer Organisation, dennoch durch einzelne Seiten derselben ihre innige Verwandtschaft mit den höhern Ordnungen der Schuppenthiere und der Schilderthiere beurkunden. Mit dem Begründer unserer wissenschaftlicheren Einsicht in die Natur der erloschenen Thiere und ihre Verwandtschaft zu denjenigen, welche ihnen später gefolgt sind, sowie zu den jetzt die weiten Länder und Meere lebenden, mit Agassiz, dürfen wir vermuthen, wenn man schon jetzt einige Muthmaßungen über den frühern Zustand der Dinge wagen kann, daß der schöpferische Grundgedanke des thierischen Lebens, welcher sich später in den mannigfaltigen Formen der gewöhnlichen Fische, Schilderthiere, Vögel und Haarthiere entwickelte, anfangs nur diese sonderbaren Ganoiden hervorgerufen hatte. Diese gemischten Naturen haben sich kaum in einzelnen Arten, gleichsam beispielsweise, bis in die jetzige Thierwelt fortgepflanzt. Sie machten größtentheils bald einerseits echten Fischen, andererseits jenen theils schwimmenden, theils flatternden luftathmenden Wundergeschöpfen Platz, den Ichtyosauren, Plesiosauren und Pterodaktylen, welche ihrerseits in der Mischung ihrer Natur sich dem Bau und der Lebensweise der spätern Cetaceen und Vögel ebenso sehr nähern, als die Landeidechsen den viel später geschaffenen Dickhäutern. So folgte in allmähligem Entwicklungsgange der unvollkommenen Einförmigkeit die jetzige mannigfaltige Vollkommenheit.

Wirbellose Thiere.

I. Reihe:	II. Reihe:	III. Reihe:	IV. Reihe:
Gliederthiere.	**Weichthiere.**	**Strahlthiere.**	**Infusionsthiere.**
Articulata.	Mollusca.	Radiata.	Microzoa.

*

Uebersicht der Gliederthiere.

I. Klasse: **Insekten.** Insecta.
II. Klasse: **Spinnen.** Arachnoidea.
III. Klasse: **Krebse.** Crustacea.
IV. Klasse: **Würmer.** Vermes.

I. Klasse: Die Insekten.

Die Insekten haben, bei aller Verschiedenheit ihrer Körperbildung im Einzelnen, doch einige leicht wahrnehmbare gemeinsame Merkmale, wenigstens sobald sie zur Vollkommenheit ihrer Entwicklung gelangt sind. Abgesehen von den Ringeln oder Gliedern, in welche äußerlich ihr ganzer Körper, wie bei allen Gliederthieren, mehr oder weniger deutlich eingetheilt erscheint und deren (außer dem Kopfe) bei dieser Klasse etwa zwölf zu sein pflegen, bemerkt man drei Hauptstücke des Körpers, deren vorderster und kleinster, welcher die Freß- und Sinneswerkzeuge besitzt, der Kopf ist, während der zweite etwas größere, an welchem die Bewegungsorgane (Beine oder Flügel) befestigt sind, Vorderleib oder Bruststück genannt wird, und der dritte, der Größe nach bedeutendste, Hinterleib (Abdomen) heißt. Der Umstand, daß zwischen diesen drei Abtheilungen der Körper sehr stark eingeschnürt, gleichsam eingeschnitten oder gekerbt, erscheint, hat zu dem gemeinsamen Namen der Insekten (lateinisch von inseco) Veranlassung gegeben, indem dieser soviel besagt, als die gleichbedeutende Benennung: Kerbthiere oder Kerfe. Die Zahl der Beine ist bei den Insekten stets sechs; den meisten fehlen außerdem auch Flügel nicht, deren gewöhnlich vier, bei manchen nur zwei vorhanden sind.

Uebersicht der Insekten.

1. Ordnung: Käfer. Coleoptera.
2. Ordnung: Immen (Hautflügler). Hymenoptera.
3. Ordnung: Schmetterlinge (Falter. Schuppenflügler). Lepidoptera.
4. Ordnung: Fliegen (Zweiflügler). Diptera.
5. Ordnung: Libellen (Aderflügler). Neuroptera.
6. Ordnung: Gryllen (Geradflügler). Orthoptera.
7. Ordnung: Ungeziefer (Schnabelstecher. Halbdecker). Hemiptera.

Erste Ordnung.

Die Käfer. Coleoptera.

Die Käfer sind sechsbeinige Thierchen mit vier Flügeln, von denen das vordere Paar schalenartige Decken darstellt und, wenn dieselben nicht zum Fluge ausgespannt sind, das hintere Paar völlig verbirgt. — Es wäre eine vergebliche Unternehmung, wollte man versuchen, die Gestalt der Käfer, deren man schon mehr als 36,000 Arten in den verschiedenen und besonders den wärmern Ländern der Erde kennen gelernt hat, im Allgemeinen zu beschreiben; denn die Mannigfaltigkeit ihrer Formen ist unbeschreiblich und eine ungefähre Vorstellung von Geschöpfen, welche zu dieser Klasse gehören (Fig. 615 — 618), hat ein Jeder. Auch kann man sich fast zu jeder Jahreszeit mit Leichtigkeit eine ziemliche Auswahl zu näherer Betrachtung verschaffen.



Fig. 615. Der heilige Skarabäus (Ateuchus sacer).

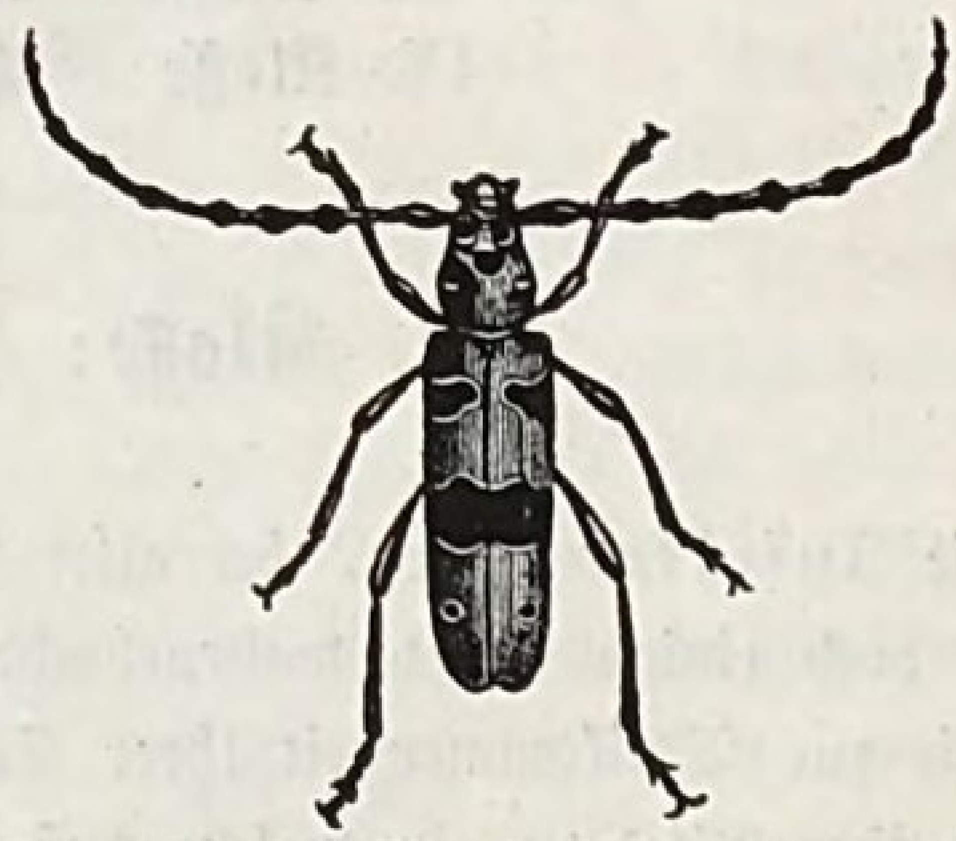


Fig. 616. Der Alpenbockkäfer (Rosalia alpina).



Fig. 617. Der Todtenkäfer (Blaps mortisaga).



Fig. 618. Der Gartenlaufkäfer (Carabus hortensis).

Ein harter, hornartig aussehender Hautpanzer bekleidet den Körper an allen äußeren Theilen. Indem dickere, steifere Schienen die Rücken- und die Bauchseite umgeben, und dünnere, biegsamere Fugen zwischen denselben die Verbindung und Beweglichkeit zugleich vermitteln, so erhält dadurch der ganze Körper äußerlich das gegliederte Ansehen, welches dieser und vielen verwandten Thierklassen die gemeinsame Benennung „Gliederthiere" verschafft hat. Die Beweglichkeit zwischen den einzelnen Schienenringen ist bei den Käfern nicht erheblich mit Ausnahme der zwei Abschnitte, durch welche der Kopf von dem Vorderleib, und der Vorderleib von dem Hinterleibe geschieden erscheint. Der Kopfpanzer besteht aus einem einzigen helmartigen Stücke, der Brust- oder Vorderleibspanzer (Thorax) degegen aus drei hinter einanderliegenden Schienenringen, deren vorder-

ster auf dem Rücken einen nicht unbedeutenden, bei den **Schildkäfern** sogar den Kopf überragenden, Schild, den „**Halsschild**“, darstellt, während von dem zweiten dahinter nur ein geringes dreieckiges Plättchen, das **Schildchen** zwischen den Flügeln sichtbar bleibt und der dritte ganz von den letzteren verdeckt ist. Bei den **Schnellkäfer** (Elateriden) hat der vordere dieser drei Ringe auf der Bauchseite in der Mittellinie einen nach hinten gerichteten Stachel, welcher in eine entsprechende Grube des mittleren Ringes paßt, wodurch diese Thiere sich, wenn sie auf den Rücken gefallen sind, mit einem knipsenden Geräusche in die Höhe schnellen können. — Der **Hinterleib**, oder **Abdomen**, welcher übrigens inniger mit dem Vorderleibe verbunden zu sein pflegt, als dieser mit dem Kopfe, zählt neun Schienenringe hintereinander, von denen jedoch die letzten zwei oder drei klein und röhrenartig enge sind, auch wohl ganz in die nächst vorderen eingeschoben liegen, so daß man sie gar nicht sieht. Auf der Rückenseite, so weit die schalenartigen Vorderflügel eine Decke bilden, sind die Hinterleibsschienen minder hart und fest, als an der Bauchseite. Dieser ganze Hautpanzer (Fig. 619) welcher von einem darunter befindlichen Lederhautgewebe ausgesondert wird, besteht keineswegs aus einer **hornartigen** Oberhaut, sondern aus einem **ganz eigenthümlichen**, von der Hornsubstanz wesentlich verschiedenartigen, dagegen der Holzsubstanz oder der Cellulose sehr ähnlichen **Stoffe**, welchen man Chitin genannt hat. Dieselbe ist unauflöslich sowohl in Säuren als in Alkalien. Er bildet **die Hautbekleidung aller Insekten**. Die Farbenpracht und der Glanz desselben wetteifert oft mit dem Gefieder der schönsten Vögel. Bald erscheint die Chitinhaut ganz glatt, bald dagegen mannigfach gereift und mit erhabenen oder vertieften Pünktchen versehen, bald überall abgerundet, bald mit Hörnern und Dornen verziert. Bei vielen Käfern ist sie völlig nackt, bei andern aber mit Borsten oder den feinsten Flaumhärchen bewachsen und nicht selten sind es gerade die letzteren, von welchen der Glanz und Farbenschmelz der Thierchen ausgeht, wie bei den **Juwelenkäfern** (Entimus imperialis) und einigen unserer einheimischen **Rüsselkäfer**. Auch die Haare der Insekten bestehen aus Chitin und verkohlen daher ohne dabei ihre Form zu verlieren, wenn sie der Hitze ausgesetzt werden, während Hornhaare sogleich schmelzen und zusammenlaufen.

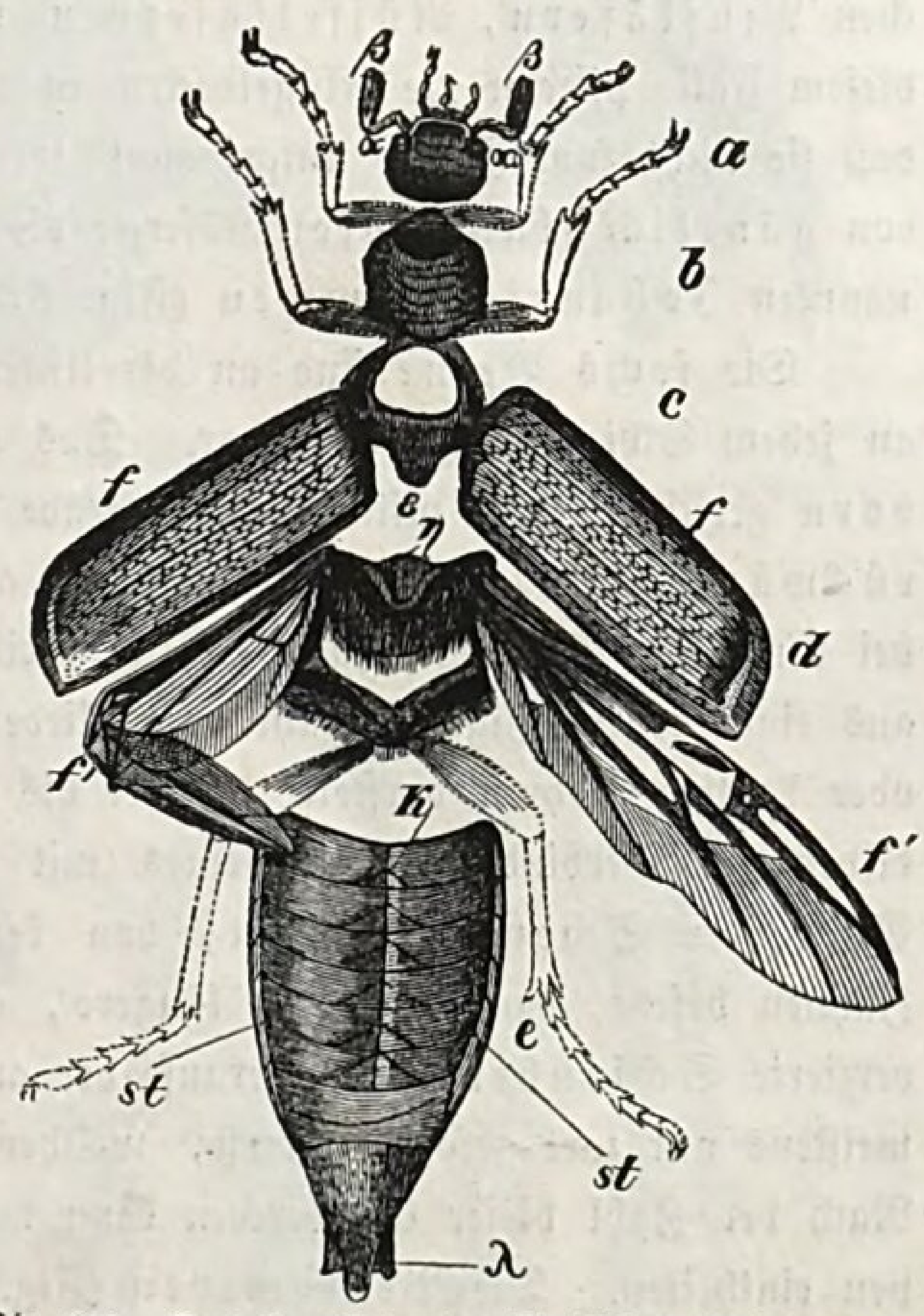


Fig. 619. Das Hautskelett des Maikäfers (Melolontha vulgaris); etwas vergrößert. *

* *a* Der Kopf; α Augen; β Fühlhörner; γ Taster; δ Kiefer.

b Der erste Vorderleibsring. — *c* Der zweite mit dem Schildchen ε und den Flügendecken *f*.

d Der dritte mit der Grube für das Schildchen η und den Flügeln *f′*; der Flügel der linken Seite ist so gezeichnet, wie derselbe unter der Flügeldecke zusammengeschlagen zu liegen pflegt.

e Der Hinterleib; *k* Rückennaht, *st* Stigmen die Oeffnungen der Luftröhren; λ die Legezange in ausgestrecktem Zustande, wie beim Eierlegen.

Die beiden Flügelpaare sind selber nur Hautlappen; aber während das vordere Paar aus sehr dicker harter Chitinmasse besteht, ist das hintere äußerst zart und glasartig durchsichtig. Die vordern Flügel sind an dem zweiten Vorderleibsringe zu beiden Seiten des obenerwähnten Schildchens befestigt. Wenn der Käfer ruht, so liegen sie nach hinten gestreckt und schließen in der Mittellinie, der „Naht", genau an einander. Da dieselben in dieser Lage als ein Theil der Hautdecke des Körpers erscheinen, so werden sie die Flügeldecken genannt. Nicht immer verhüllen sie die Oberseite des Hinterleibes der ganzen Länge nach, sondern es gibt sogar Arten, bei welchen dieses nicht einmal zur Hälfte der Fall ist, wie bei den Aaskäfern (Staphylinus) den sogenannten Maiwürmern (Meloe) u. a. Das hintere Flügelpaar ist am dritten Vorderleibsringe befestigt und stets bedeutend länger, als der Hinterleib, wird aber nur beim Fluge ausgestreckt und legt sich, sobald der Käfer ruht, in querlaufenden Schrägfalten zusammen, so daß es sich ganz unter den Flügeldecken verbirgt. Sehr eigenthümlich ist der Mechanismus der äußerst zarten Hautmuskeln, welche diese Flügel regieren, indem selbst nach dem Tode des Käfers noch der Flügel, sobald man denselben an seinen Anheftungspunkten vorwärts zu richten versucht, unvermeidlich sich von selber ausspannen muß. Bei manchen Laufkäfern, Rüsselkäfern u. s. w. fehlen die hinteren Flügel, und in diesem Falle pflegen die Flügeldecken in der Naht zusammengewachsen zu sein, so daß sie nicht zum Fluge aufgespannt werden können. Auch finden sich Beispiele von gänzlich flügellosen Käfern; die Weibchen der Leuchtkäfer, der sogenannten Johanniswürmchen (Fig. 631) bieten ein solches dar.

Die sechs Beine sind an der Unterseite des Vorderleibes befestigt, und zwar an jedem Schienenringe ein Paar. Das vorderste Paar steht schräg auswärts nach vorn gerichtet, das mittlere fast gerade zur Seite und das hintere auswärts und rückwärts. Letzteres ist stets länger, als die beiden anderen Paare, vorzüglich bei denjenigen Käfergattungen, welche springen und schwimmen. Jedes Bein besteht aus einer regelmäßigen Anzahl von Gliedern, deren steife Chitinhülle schlanke runde oder kantige Röhren darstellt. Zwei bis drei sehr kurze sogenannte Hüftglieder bilden die Verbindung des Beines mit dem Rumpfe; darauf folgt das stärkste Stück, der Schenkel genannt, von keulenförmiger Gestalt, oft sägenartig mit Zähnen besetzt, dann das noch längere, aber dünnere und nicht selten mit Dornen verzierte Schienbein und hierauf der an seinem Ende in 2 Krallen auslaufende, meistens nur zart geformte Fuß, welcher aus mehren kurzen Gliederchen besteht. Nach der Zahl dieser Gliederchen kann man die Käfer ziemlich natürlich in 4 Gruppen eintheilen. Die Pentameren (Fig. 620) haben an allen Beinen fünfgliedrige Füße; die Heteromeren (Fig. 621) an den ersten beiden Paaren fünfgliedrige, am dritten Paare aber nur viergliedrige; die Tetrameren (Fig. 622) an allen Beinen viergliedrige und die Trimeren nur dreigliedrige Füße. Letztere, von denen die gewöhnliche Siebenpunkte oder Sonnenkäfer (Coccinella) ein Beispiel darbieten, bilden nur eine geringe Abtheilung. Bei den Schwimmkäfern (Fig. 623), welche zu den Pentameren gehören, sind die Hinterfüße ganz platt, ruderförmig gebildet und mit einem Saume von Wimperhaaren besetzt.

Der Kopf trägt auf der Stirn die sogenannten Fühler und am vordern Ende die Freßwerkzeuge. Die Fühler, Fühlhörner, oder Antennen, deren

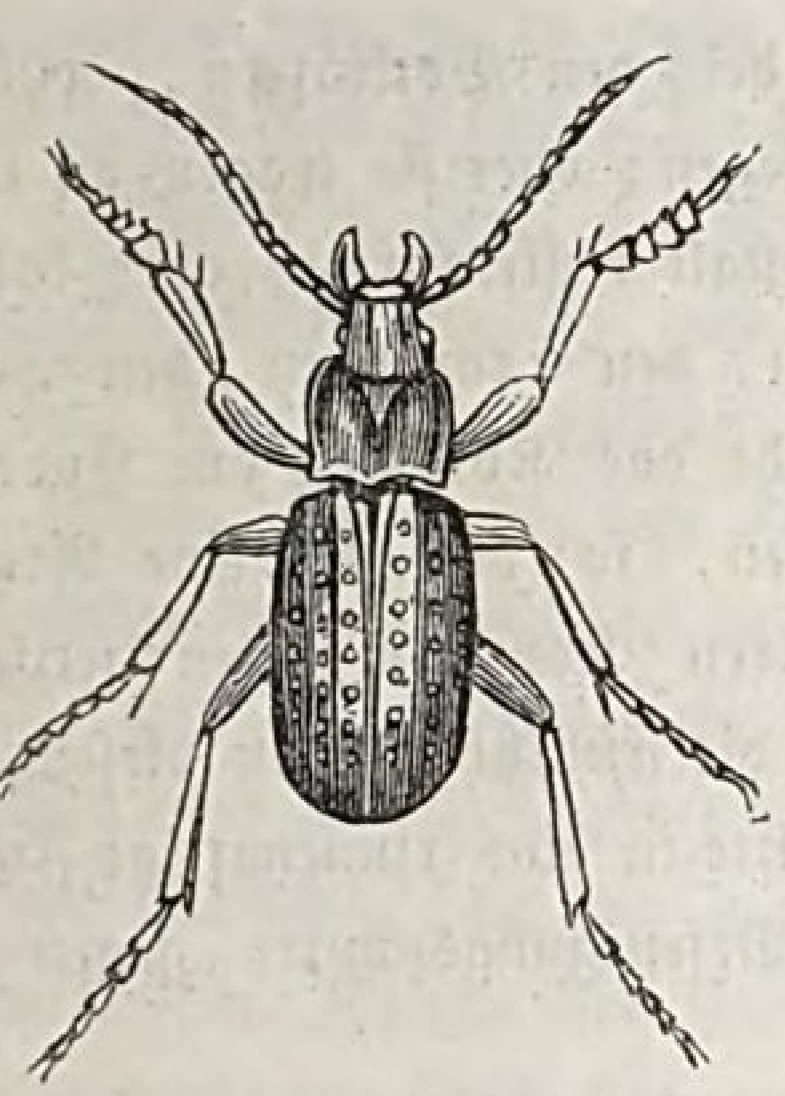


Fig. 620. Der punktirte Laufkäfer (Carabus clathratus).

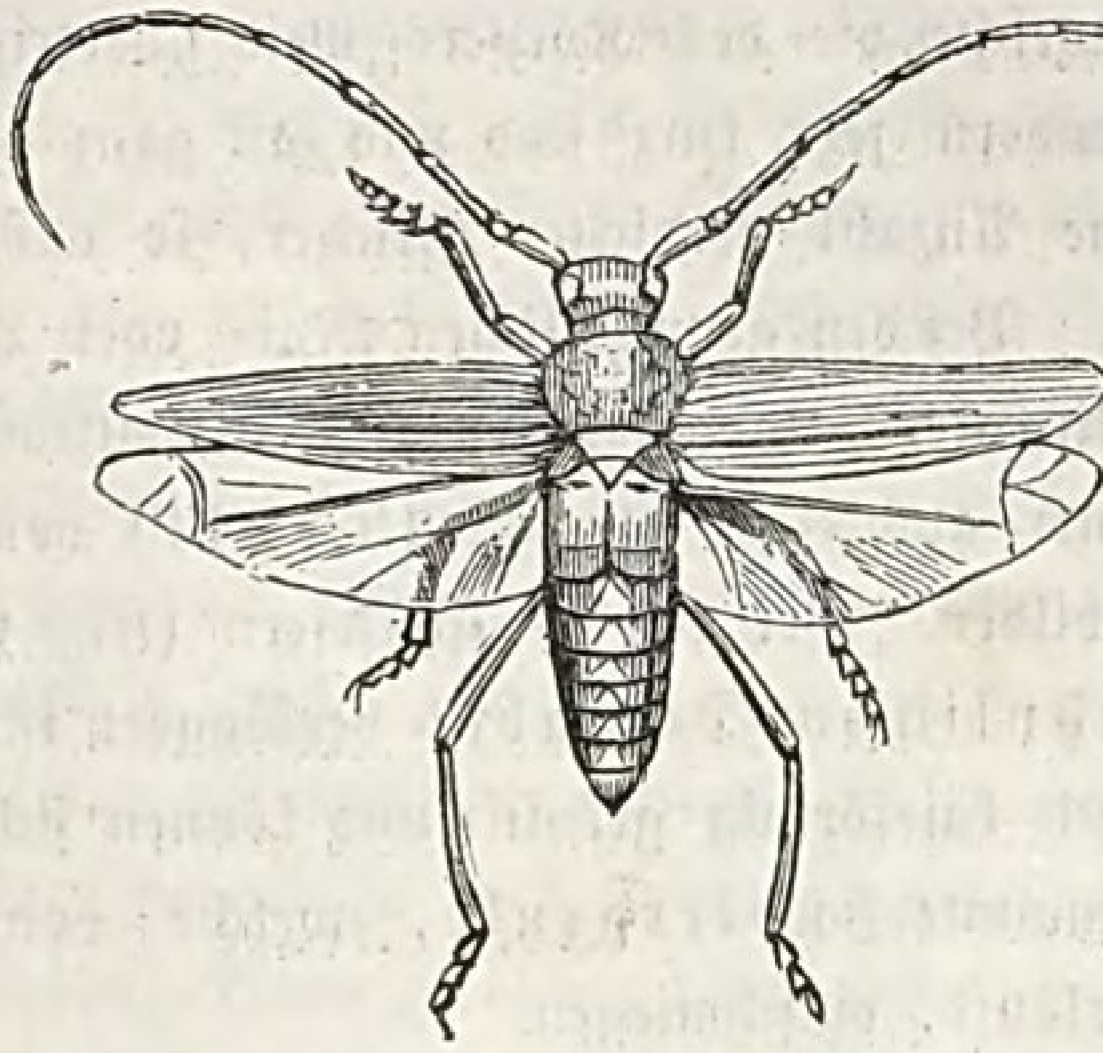
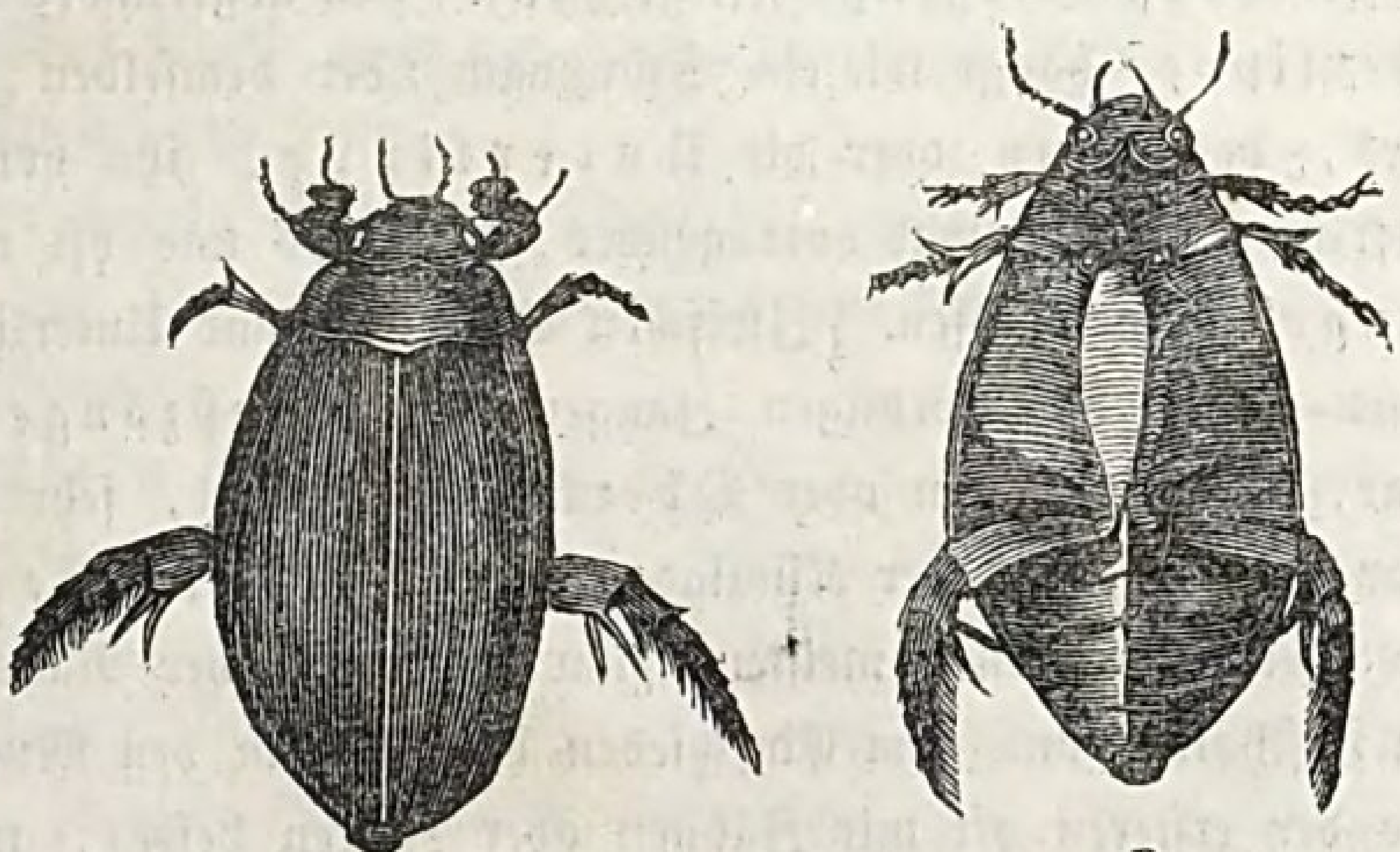


Fig. 622. Der Moschusbock (Callichroma moschata).



Fig. 621. Der Blasenkäfer oder die »spanische Fliege« (Lytta vesicatoria).



A Das Männchen von der Rückenseite. B Das Weibchen von der Bauchseite.

Fig. 623. Der breite Schwimmkäfer (Diticus latissimus).

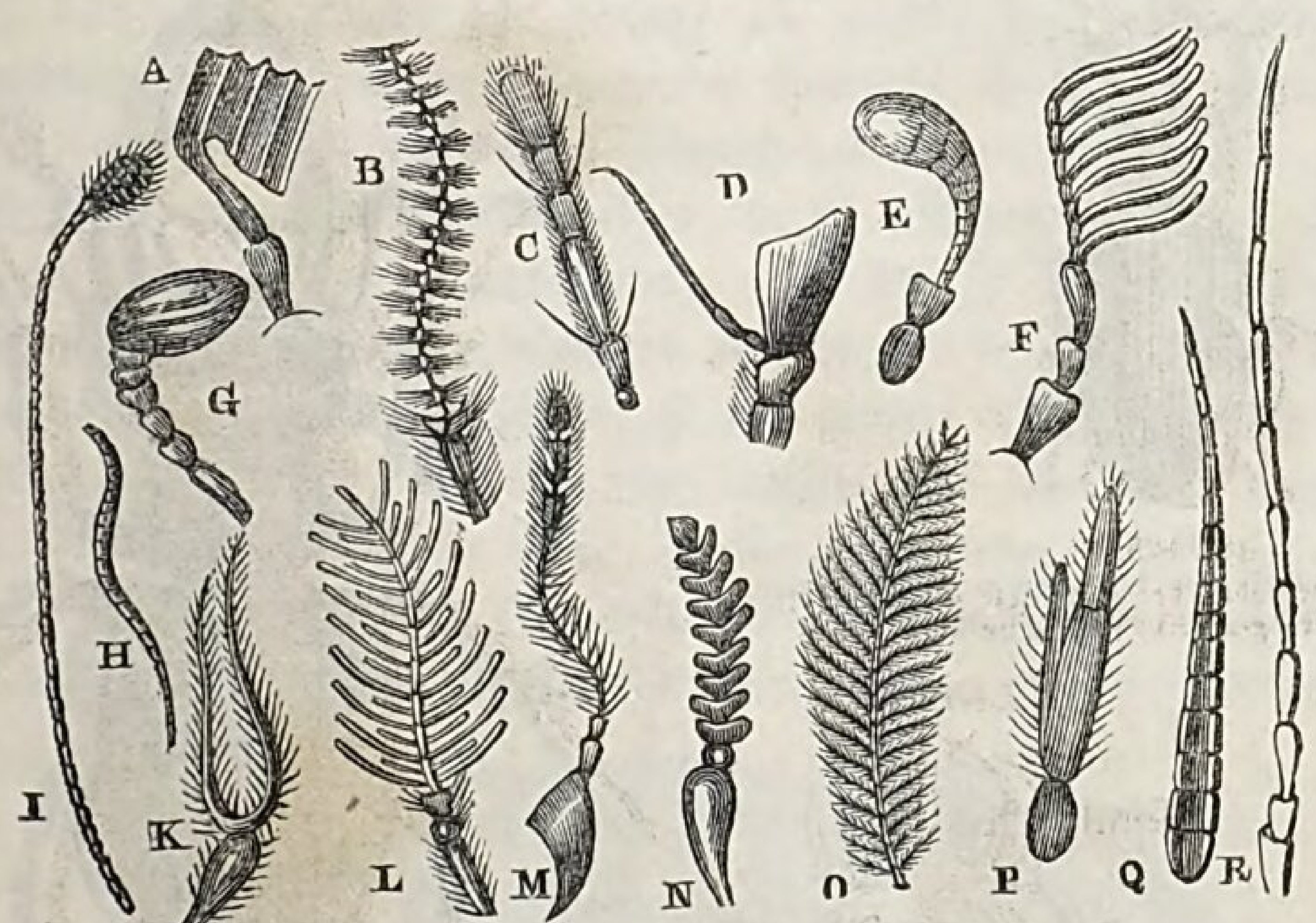


Fig. 624. Fühlhörner von Käfern und andern Insekten. *

* *A* von Paussus; *B* Psychoda; *C* Claviger; *D* Lophosia; *E* Masaris; *F* Melolontha; *G* Aphodius; *H* Zygæna; *I* Ascalaphus; *K* Schizocorus; *L* Ctenophora; *M* Agaon; *N* Diaperis; *O* Bombyx; *P* Nepa; *Q* Truxalis; *R* Cerambyx. — *ACFGNR* sind Käfer; *EM* Immen; *HO* Schmetterlinge; *BDL* Fliegen; *I* Libelle; *Q* Grylle; *P* Ungeziefer.

stets zwei vorhanden sind, stellen entweder gegliederte, glatte oder perlschnurförmige oder sägezähnige Fäden dar (Fig. 624) und erreichen bei manchen Käferarten eine

Länge, welche die des Körpers weit übertrifft, wie bei den Bockkäfern, während sie bei andern sehr kurz sind und fast ganz versteckt liegen; oder sie tragen an ihrem Ende eine Anzahl verdickter Glieder, so daß ihre Gestalt keulenförmig oder kolbenartig ist. Bei den gewöhnlichen Mai- oder Laubkäfern, den Skarabäen, den Schrötern, Mistkäfern und manchen andern Gattungen besteht das Kölbchen am Ende der Fühlhörner aus einer Anzahl (9 — 11) von Blättchen, so daß es eine Art von Fächer bilden. Bei den Rüsselkäfern (Fig 625), deren Kopf in einen seltsamen rüsselähnlichen Schnabel verlängert ist, stehen die Fühlhörner an diesem letzteren, sind knieförmig geknickt und können sich zur Hälfte in eine rinnenartige Furche, die sogenannte Fühlergrube, welche von ihrem Befestigungspunkte gegen das Auge verläuft, einschmiegen.

Den Mund, welcher ganz am Vorderende des Kopfes befindlich ist, umgeben die Freßwerkzeuge (Fig. 626). Ein abgerundetes bewegliches Plättchen, die Oberlippe, hangt wie ein Schutzdach über demselben, während ein zweites ähnliches, das Kinn oder die Unterlippe, ihn von unten begränzt. Auf die Unterlippe ist ein etwas vorragendes, weicheres und oft rauhhaariges Plättchen, die Zunge, aufgewachsen. Zwischen Oberlippe und Unterlippe liegen zwei Paare von klauen- oder hakenförmigen Zangen, die Freßzangen, von denen das oberste Paar, die Kinnbacken oder Oberkiefer genant, sehr stark und hart, das untere Paar dagegen, das der Kinnladen oder Unterkiefer, schwächer zu sein pflegt. Die Oberkiefer dienen meistens zum Zerbeißen der Nahrung, die Unterkiefer mehr zum Festhalten und zum Einschieben derselben in den Mund. Daher ist der Innenrand der ersteren oft mit Zähnen oder Zacken besetzt, wie man solche am Ausge=



Fig. 625.
Der Kornwibel oder der „schwarze Kornwurm“ (Calandra granaria) sechsfache Größe.



Fig. 626. Die Freßwerkzeuge des Gartenlaufkäfers (Carabus hortensis), sechsfach vergrößert.

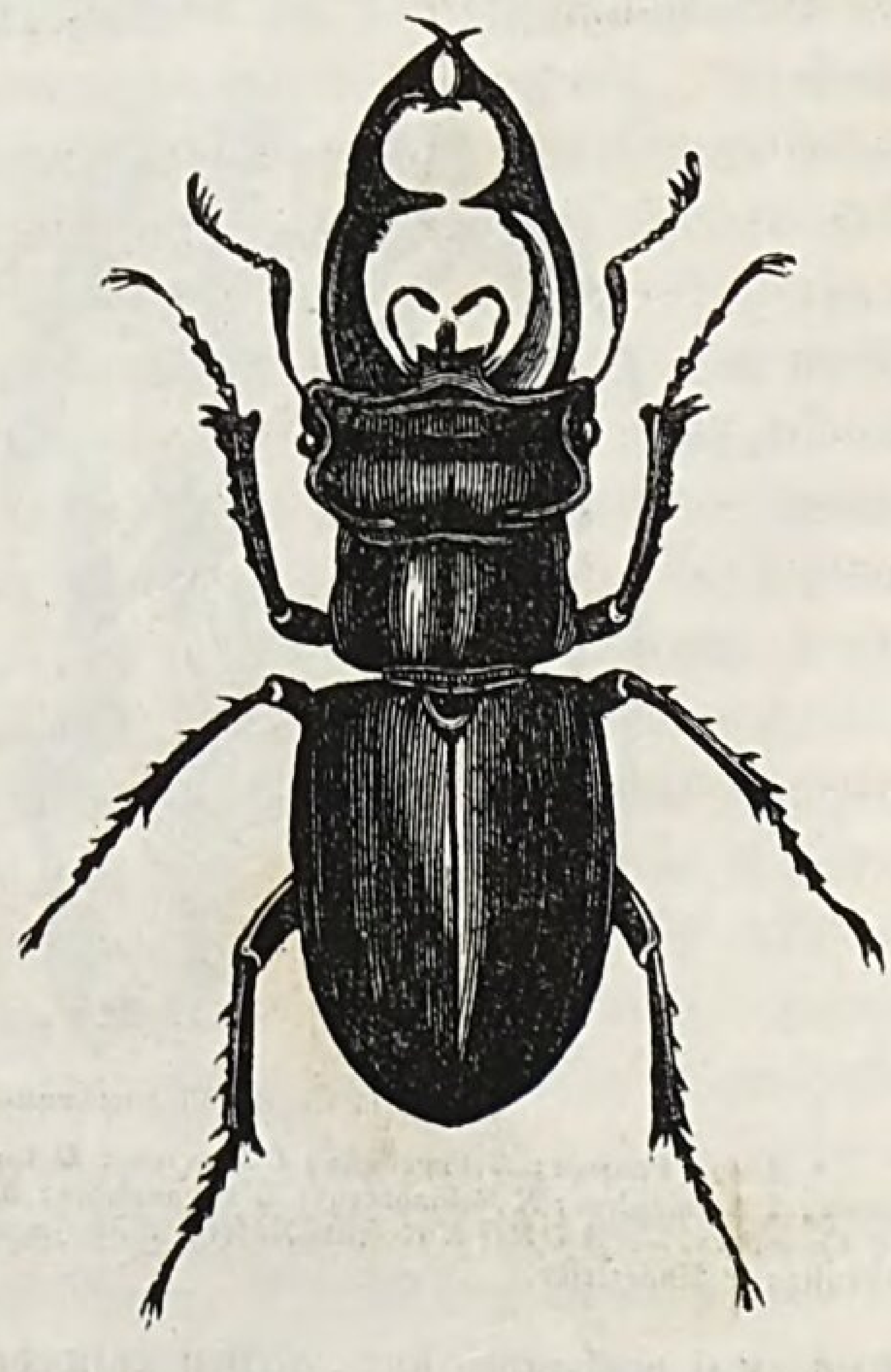


Fig. 627. Der Hirschschröter (Lucanus cervus).

zeichnetsten bei den zu einer ungeheuerlichen, geweihähnlichen Waffe ausgebildeten Oberkiefern des Hirschschröters (Fig. 627) sieht. Die Unterkiefer dagegen tragen an ihrem Außenrande jeder einen oder zwei gegliederte Anhängsel, die Taster oder Palpen, welche zum Betasten der vor den Mund kommenden Gegenstände dienen. Ein Paar ähnlicher Taster stehen auch an der Unterlippe zu beiden Seiten der Zunge. Bei manchen Käfergattungen bemerkt man leicht eine gewisse Uebereinstimmung in der Bildung der Freßzangen und Taster mit derjenigen der Beine und Füße, und der völlige Uebergang ersterer in letztere, welchen wir bei den Spinnen, Krebsen und manchen andern Gliederthieren wahrnehmen werden, führt uns wirklich zu der Einsicht, daß wir die Freßzangen der Käfer und andrer Insekten als eigenthümlich zum Zwecke des Fressens gestaltete Beine zu betrachten haben. Die Ober- und Unterkiefer selbst sind den Schenkelstücken der Beine zu vergleichen, die Taster dagegen den Fußgliedern. Aeußerst klein sind die Freßwerkzeuge bei den Rüsselkäfern, an deren Rüssel man dieselben jedoch ganz am vordersten Ende mehr oder weniger vollkommen ausgebildet wahrnehmen kann.

Das Innere der Käfer besteht theils aus Muskeln, theils aus einer markartigen Fettmasse, theils aus den Organen der Verdauung und der Aussonderung, der Athmung und der Lebensthätigkeit.

Die sehr zarten Muskeln liegen so, daß sie sich an die festeren Theile des Hautpanzers heften und an diesen ihre Stützpunkte finden, da die bei den Wirbelthieren einen solchen Zweck erfüllenden Knochen ihnen fehlen. Von diesem Gesichtspunkte aus kann man wohl den Panzer der Käfer und überhaupt der Gliederthiere, bei welchen allen nämlich ähnliche Verhältnisse obwalten, mit dem Skelette der Wirbelthiere vergleichen und Hautskelett benennen. Weitere Beziehungen zwischen beiderlei Einrichtungen finden sich jedoch keineswegs. Im Ganzen ist die Muskelmasse (Fig. 628) eines Käfers sehr gering; die gleiche Anordnung der einzelnen Muskeln wiederholt sich zwar im Allgemeinen innerhalb eines jeden Schienenringes des Körpers, aber da den Ringen des Hinterleibes äußere Gliedmaßen und somit auch die für solche dienende Muskeln fehlen, so ist besonders in diesem Theile des Rumpfes die Muskulatur sehr unbedeutend. Im Kopfe, welcher die beweglichen Fühler und Freßwerkzeuge trägt, besonders aber im Vorderleibe, dessen Beine und Flügel so nahe zusammengedrängt stehen, ist eine größere Menge von Muskeln vereinigt. Die Fleischmasse ist übrigens ganz weißlich und sehr zart. Den größten Theil des Hinterleibes füllt die weiße, flockige, markartige Fettmasse aus.

Die Verdauungsorgane (Fig. 629) sind sehr vollkommen, in Uebereinstimmung mit der außerordentlichen Gefräßigkeit dieser Thiere, welche eben hiedurch einen

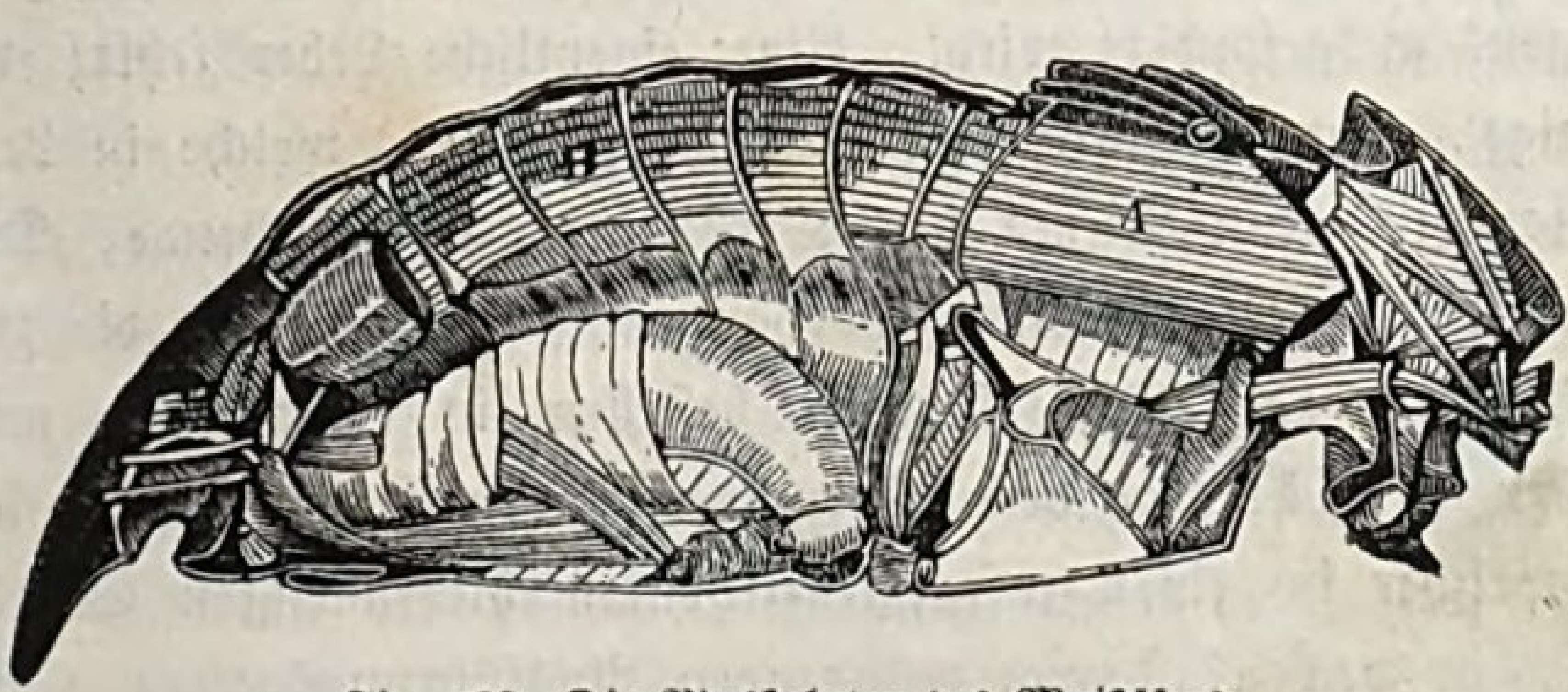


Fig 628. Die Muskulatur des Maikäfers.

A Muskeln, welche die Flügel beim Fliegen niederdrücken. B Muskeln der Hinterleibsringe.

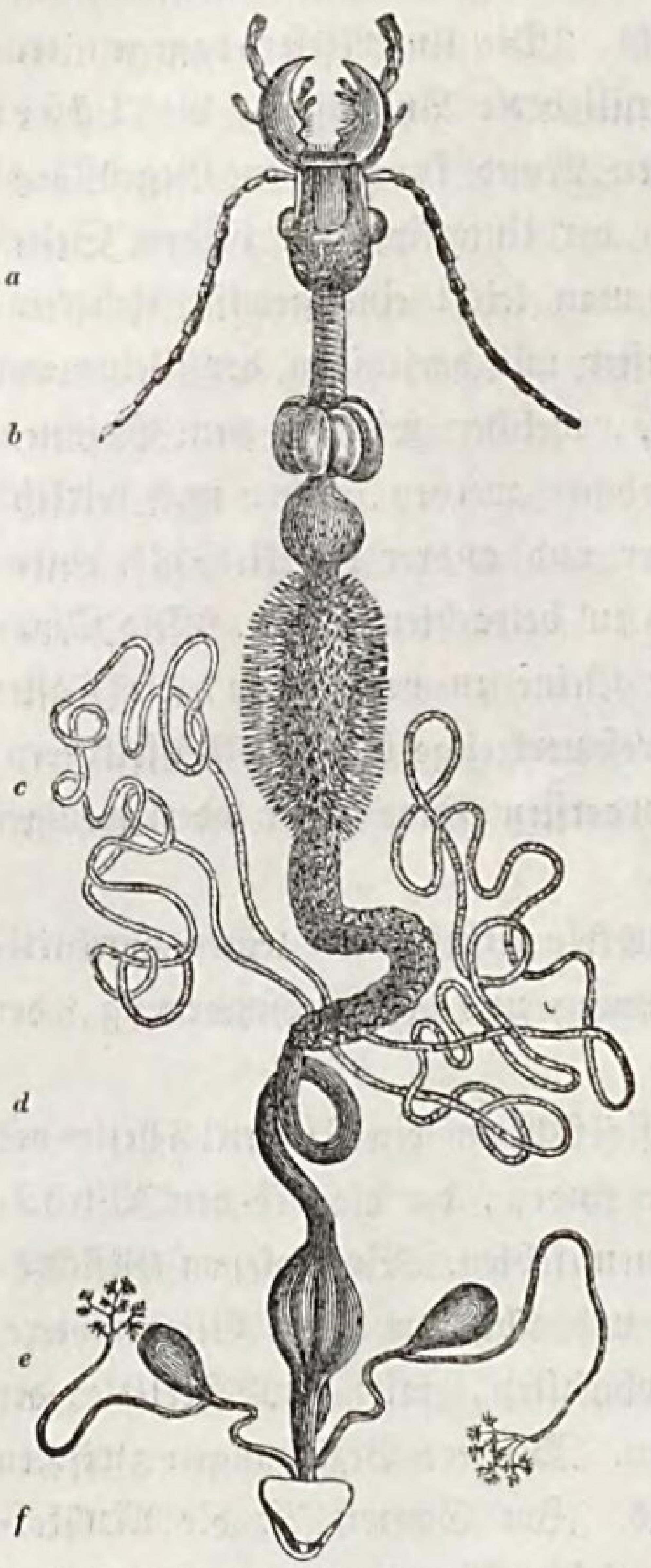


Fig. 629. Die Verdauungsorgane des Gartenlaufkäfers (Carabus hortensis); sechsfach vergrößert.

a Der Kopf (mit den Kiefern, Tastern und Fühlern) und der Schlund; — b der Kropf, der Vormagen und der Hauptmagen; — c Gallengefäße; — d Dünndarm; — e Harnaussonderungsdrüsen; Harnbehälter; kropfähnliche Mastdarm-Erweiterung. — f After.

äußerst wichtigen und nützlichen, mitunter aber auch dem Menschen höchst verderblichen Einfluß in der Natur ausüben. Als Beispiel der Einrichtung dieser Organe möge zunächst ein gewöhnlicher Laufkäfer (Fig. 629) dienen. Diese Thiere sind Jäger und fleischfressend. Die Länge ihres Darmkanales übertrifft mit ihren Windungen die ihres Körpers nicht mehr als zweimal. Die hinter dem Schlunde sich stark verengernde Speiseröhre ist kurz; sie endigt in einen häutig muskulösen, vollkommen entwickelten und sehr ausdehnbaren Kropf, welchem ein eiförmig gerundeter Vormagen folgt, mit elastischen Wänden, innerlich mit beweglichen, zum Reiben zweckmäßigen Chitinstückchen besetzt und an beiden Enden mit einer Klappe versehen. Der Hauptmagen ist der dritte, welcher den Speisebrei (Chylus) bereitet. Derselbe ist von weichem, ausdehnbarem Gewebe, stets mit mehr oder minder deutlichen Zottelchen oder Wärzchen (Papillen) besetzt und nach hinten zusammengezogen. Der ziemlich kurze Dünndarm besitzt anstatt eines Blinddarmes an seinem Ende eine neue kropfähnliche Erweiterung. Der Mastdarm endlich ist nur kurz und der After öffnet sich ganz am Ende des Hinterleibes. Uebrigens ist die Länge des Verdauungskanales im Ganzen, sowie die Einrichtung desselben im Einzelnen sehr mannigfaltig abweichend bei den verschiedenen Arten der Käfer je nach der Beschaffenheit der Nahrung, auf welche sie angewiesen sind. Besonders groß ist der Unterschied der Fleischfresser von den Pflanzenfressern (Fig. 630 a u. b), sowie von denjenigen, welche nur Säfte zu genießen pflegen. Zur Beförderung der Verdauung fehlt es nicht an eigenthümlichen, in Drüsen sich aussondernden Flüssigkeiten. Den Schlund umgeben im Kopfe ziemlich entwickelte Speicheldrüsen, sowie auch ein Bauchspeichel in den drüsigen Wandungen des Hauptmagens ausgesondert wird. Eine eigentliche Leber fehlt; dagegen finden sich fadenförmige, lang verschlungene Gallengefäße, welche in den Gallendarm münden. Besondere, den Nieren der Wirbelthiere entsprechende, Drüsen, welche jedoch keineswegs bei allen Käfern vorhanden sind, scheiden die zur Ausleerung bestimmte Flüssigkeit ab. Diese Drüsen bestehen in einer oder mehren Trauben absondernder Schläuche, deren Form verschieden ist, aus einem langen Sammlungskanale, welcher in einen zusammenziehbaren blasenartigen Behälter führt und endlich einem, in den Mastdarm mündenden Ausführungsgange. Bei denjenigen Gattungen, welchen diese letzteren Vorrichtungen fehlen, vertreten die Gallengefäße

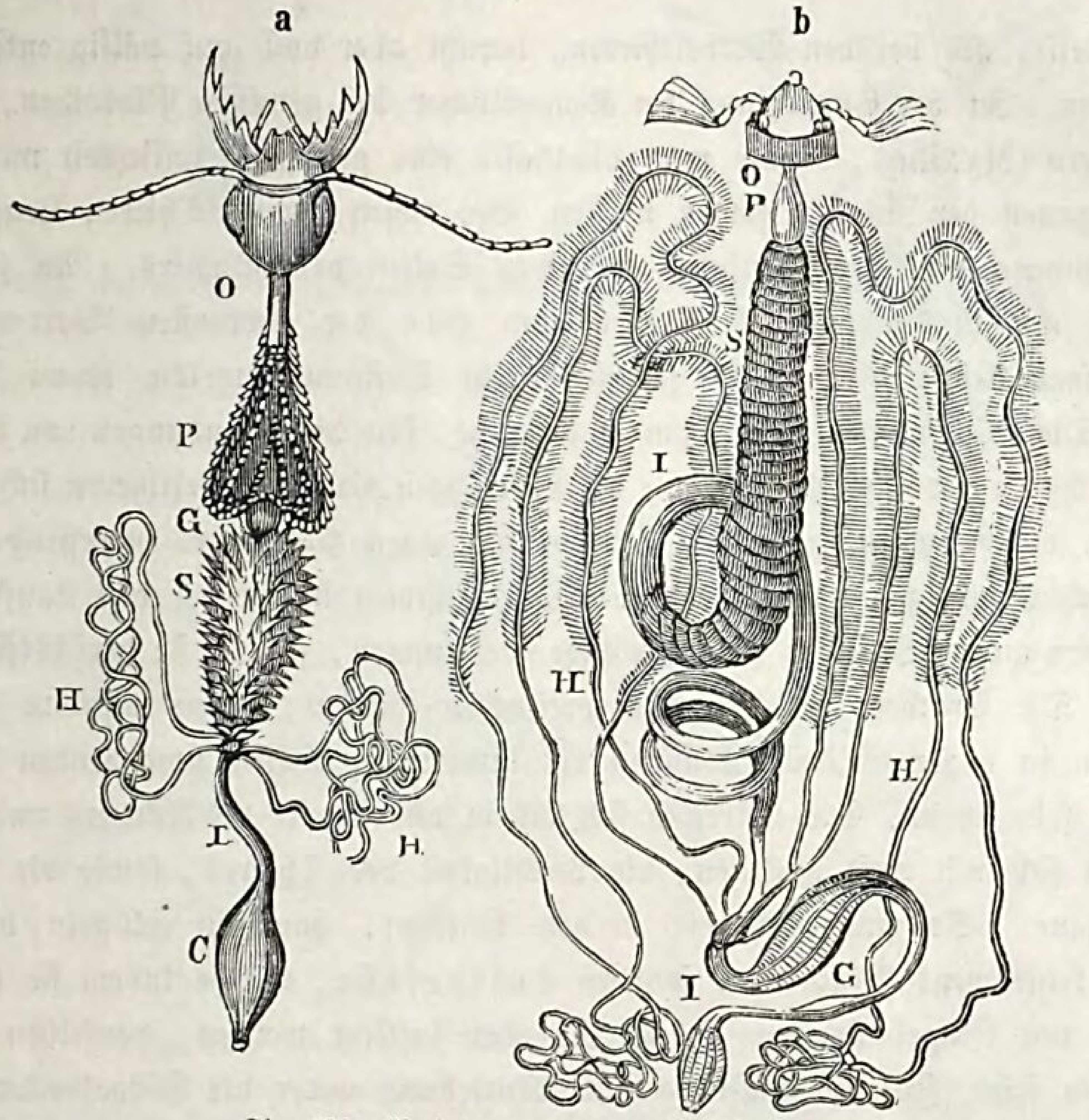


Fig. 630. Verdauungsorgane von Käfern. *

* *a* Verdauungsorgane des räuberischen Sandkäfers (Cicindela campestris). *O* Schlund; *P* Kropf; *G* der kleine muskulose Vormagen; *S* der Hauptmagen; *I* Dünndarm; *C* kropfähnliche Mastdarmerweiternng; *H* Gallengefäße.

b Verdauungsorgane des laubfressenden Maikäfers (Melontha vulgaris) *O* Schlund; *P* Kropf; *S* Hauptmagen; *I* Dünndarm; *H* Gallengefäße; *G* Grimmdarm; unter *I* die kropfähnliche Mastdarmerweiterung.

auch die Stelle von diesen, was man daran erkennt, daß sich in ihnen Harnsäure jene eigenthümliche und für die wässrigen Ausleerungen der Thiere bezeichnende stickstoffreiche Substanz vorfindet.

Viele Käfer besitzen an verschiedenen Körpertheilen, zumal in der Nähe der Gelenke, noch besondere Drüsen, in welchen sich stinkende oder scharfe, mitunter blasenziehende Säfte aussondern, die von den Thieren, wenn sie sich verfolgt sehen, aus besonderen Poren herausgelassen werden. Durch einen stark auf der Haut blasenziehenden Saft werden die Canthariden oder Blasenkäfer (Fig. 622) und in geringerem Grade auch die sogenannten Maiwürmer (Melœ proscarabæus) zu nützlichen Arzneimitteln.

Einige Arten sondern an gewissen Punkten ihres Körpers eigenthümliche phosphorisch leuchtende Feuchtigkeit aus, wie z. B. die Leuchtkäferchen (Fig. 631 a und b), welche weißliche oder gelbe Flecken auf den zwei oder drei letzten Ringen des Hinterleibes besitzen, von denen das Leuchten ausgeht, durch welches die Männchen in den warmen Juni- und Julinächten als fliegende, die Weibchen als kriechende Fünkchen unsere Gebüsche und Waldränder verschönern. Uebrigens kennt man weder die Beschaffenheit des leuchtenden Stoffes, noch den Zweck dieser Eigenschaft genügend.



Fig 631. Der Leuchtkäfer (Lampyris noctilura).
a Männchen. *b* Weibchen.

Die Athmung der Käfer, und aller Insekten überhaupt, geschieht auf ganz

andre Weise, als bei den Wirbelthieren, beruht aber doch auf völlig entsprechenden Vorgängen. In der Einrichtung der Kiemenlöcher bei gewissen Plakoiden, besonders den Ingern (Myxine), könnte man allenfalls eine gewisse Aehnlichkeit mit den Athmungsorganen der Insekten finden wollen. Bei diesen letztern Thieren liegen nämlich die Oeffnungen derselben ebenfalls zu beiden Seiten des Körpers. An jedem Körperringe, mit Ausnahme des Kopfes und etwa der vordersten Vorderleibsringe, bemerkt man leicht (Fig. 620) jederseits eine Oeffnung, welche einem Nadelstiche gleicht. Diese Oeffnungen, Stigmen genannt, sind die Mündungen von Luftröhren, den Tracheen, welche ähnlich, wie die Luftröhren vieler Wirbelthieren sich in Lungen verästeln, durch das ganze innere Gewebe der einen Hälfte des betreffenden Körperringes sich verzweigen und verweben. Die Stigmen haben bei den Laufkäfern und bei manchen andern Insekten zwei klappige Oeffnungen, so daß sie verschlossen werden können. Die Tracheen bestehen aus dreifachen Häuten; deren mittlere aus einem knorpligen in engen Spiralwindungen die innerste Hautröhre umgebenden Faden gebildet zu sein scheint. Sie erstrecken sich bis in alle Theile des Körpers und bewirken, indem sie sich mit Luft anfüllen, die Leichtigkeit des Thieres, sowie die Spannung der Organe. So sind auch die in den hinteren, hautigen Flügeln bemerkbaren Adern keineswegs Blutadern, sondern Luftgefäße, welche indem sie aufgeblasen werden, den Flügel strecken, sobald sie aber luftleer werden, denselben erschlaffen lassen und seine Zusammenfaltung und Einziehung unter die Flügeldecken gestatten. — Die Athmung der Käfer und aller Thiere mit ähnlichen Respirationswerkzeugen, ist außerordentlich stark, aber sehr ungleichmäßig. Es scheint als ob diese Thierchen zu Zeiten fast gar nicht athmen, wobei sie in einen ohnmachtartigen Zustand des Scheintodes verfallen, zu andern Zeiten athmen sie schwach, mit ihren Bewegungen übereinstimmend, wenn sie aber rasch laufen oder fliegen, so erreicht die Durchdringung der Körpertheile mit Luft einen sehr hohen Grad. Ebenso abwechselnd ist die, mit der Athmung vor sich gehende, Entwicklung innerlicher Körperwärme, ein Umstand, welcher es diesen Thieren möglich macht, sich allen Verschiedenheiten der Lufttemperatur anzubequemen. Starr und regungslos liegen viele derselben im kalten Winter, ohne zu athmen, am Grunde von Gewässern oder unter Moos und Steinen; jeder warme Tag weckt sie zu regerem Leben, jede kalte Nacht läßt sie wieder in Scheintod versinken. Die Gluth der Sommerzeit allein belebt sie vollkommen und treibt sie zu rastloser Beweglichkeit. — Indem die Käfer stark athmen, werden theils die ausgespannten Flügel derselben, theils die Klappenhäute an den Oeffnungen ihrer Tracheen, durch die aus- und einströmende Luft in eine schwirrende Bewegung gesetzt, so daß sie zitternd die Luft schlagen und dadurch das Summen, Schnurren und Schwirren hervorbringen, durch welche Töne die Thiere sich im Fluge hörbar machen. Manche Käfer wissen durch bestimmte Bewegungen ihrer Glieder und das damit verbundene Aneinanderreiben gewisser Theile noch besondere bezeichnende Töne hervorzubringen, wie das Ticken und Klopfen der sogenannten Todtenuhren (Fig. 632), kleiner im Holze bohrender Käferchen, welche zu so manchem albernen Aberglauben Veranlassung geben mußten, und das Geigen oder Schneiden der Schreinerböcke (Fig. 633). Es scheint sogar keinem Zweifel zu unterliegen, daß manche Käfermännchen durch solche Töne ihre Weibchen herbeilocken.



Fig. 632.
Der Klopfkäfer oder die Todtenuhr (Anobium pertinax); doppelte Größe.

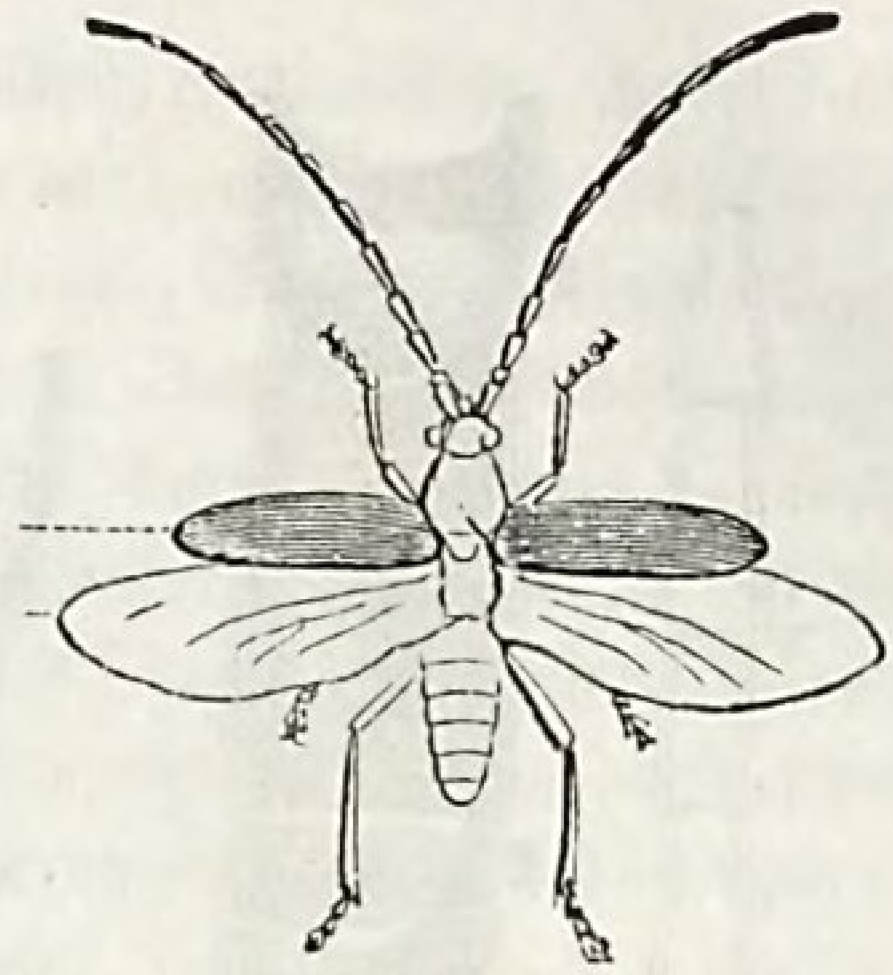


Fig. 633.
Der Schreinerbock (Lamia aedilis).

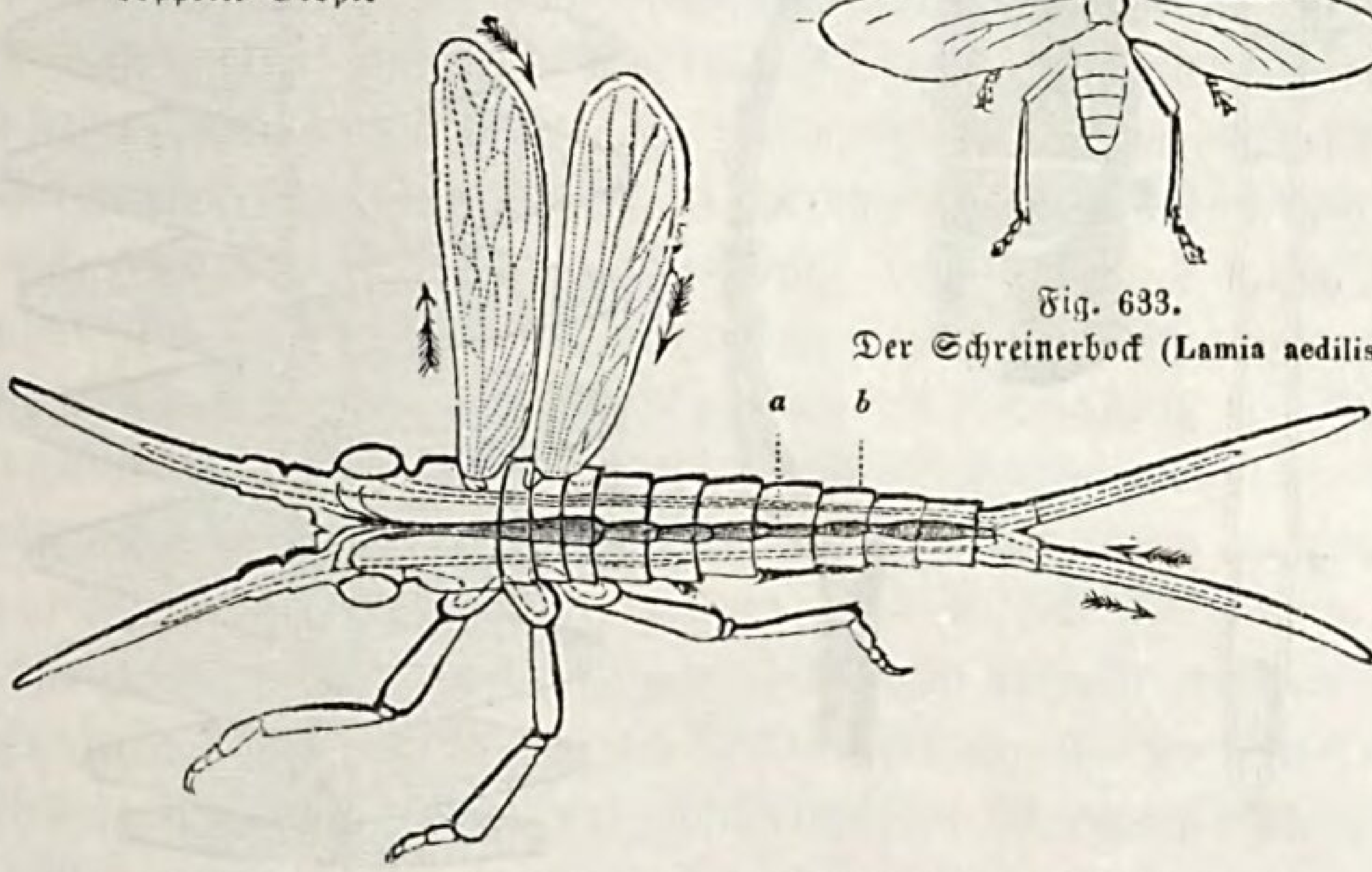
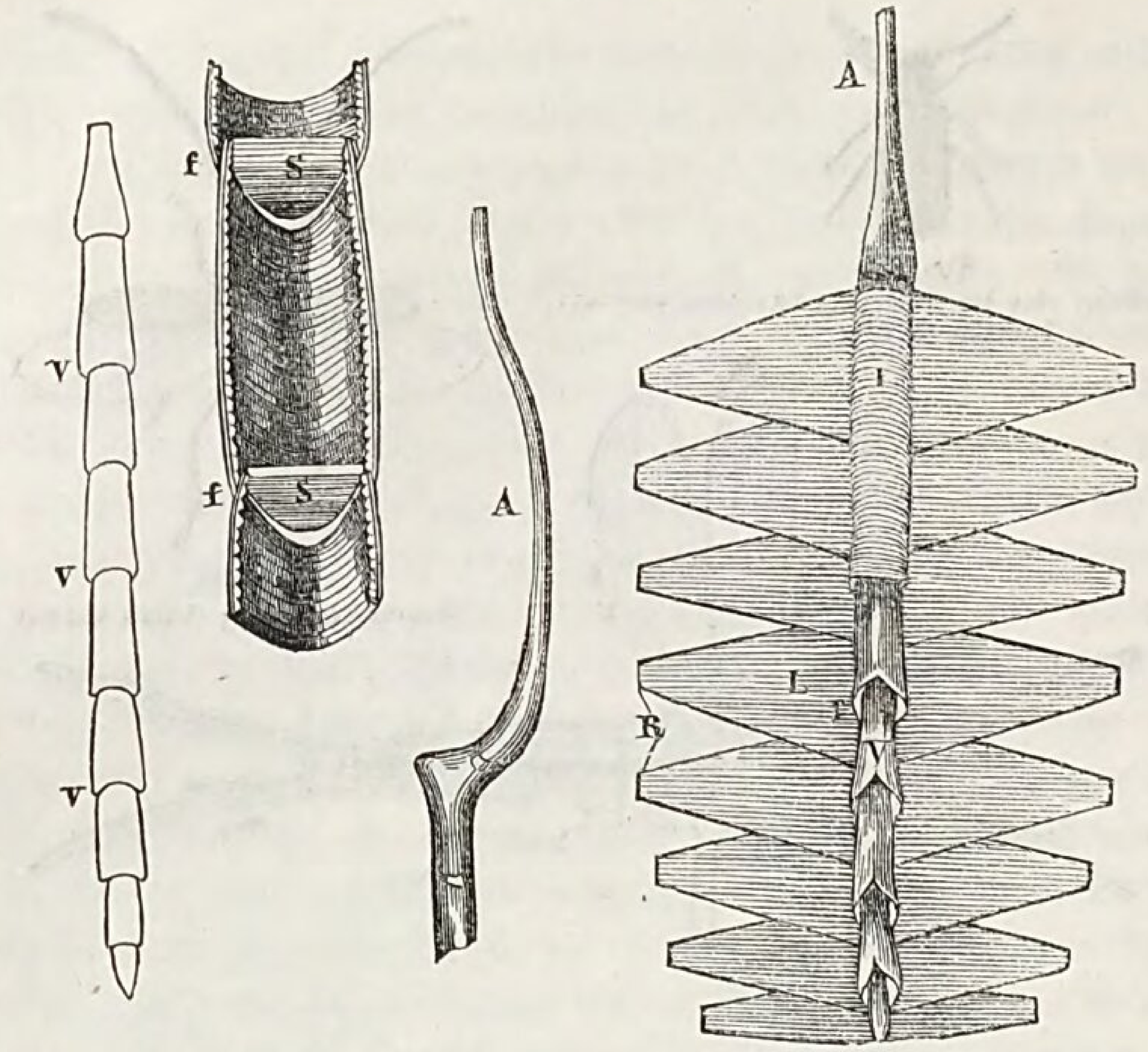


Fig. 634. Ideale Darstellung des Kreislaufes bei den Insekten.*

* *a* Das Rückengefäß (Herz), in welchem sich das Blut von hinten nach vorn bewegt.
b Hauptsächlichste Seitenströmung. — Die Pfeile zeigen die Richtung der Blutströmung an.

Die Organe des Kreislaufes sind bei den Käfern und bei allen Insekten sehr unvollkommen. Die Figur 634, welche für alle Insekten zugleich paßt, gibt eine Vorstellung von der Circulation der Säfte dieser ganzen Klasse im Allgemeinen. In der Mittellinie des Rückens liegt unter dem Hautpanzer der ganzen Länge nach ein ziemlich bedeutender Schlauch, welcher pulsirend sich zusammenzieht und erweitert. Man kann denselben als eine Art Herz betrachten. Derselbe empfängt die Nahrungssäfte nicht durch besondere Adern, noch sendet er dieselben durch solche in die Körpertheile; sondern während er einerseits durch Seitenöffnungen die Flüssigkeit in sich aufnimmt, welche, aus dem Darmkanale durchschwitzend, alle Zwischenräume der innern Organe erfüllt und die Organe selbst durchdringt, läßt er dieselben durch ähnliche Oeffnungen am Kopfende wieder austreten. Nichtsdestoweniger ist eine Art von Circulation der Säfte in den einzelnen Körpertheilen bemerkbar, welche an Schnelligkeit zunimmt, sobald die Füße sich bewegen, und es ist wahrscheinlich, daß die Zusammenziehungen gewisser besonderer beweglicher Klappen, welche in den Füßen mancher Insekten entdeckt worden sind, auf den Kreislauf nicht minder einwirken, als der beschriebene herzartige Rückenschlauch (Fig. 635), an welchem übrigens ebenfalls die Seitenöffnungen, durch welche die Nahrungsflüssigkeit einströmt, mit eigenthümlichen Klappen versehen sind. Jene Flüssigkeit bleibt auch nach vollendeter Athmung farblos, weßhalb man zu sagen pflegt, daß die Insekten „weißes Blut" haben. Ebenso werden wir es auch bei fast allen übrigen wirbellosen Thieren antreffen.

Die Organe der Lebensthätigkeit, die Nerven, sind zwar bei den Insekten nicht entfernt vergleichbar mit denen der Wirbelthiere, allein nichtsdestoweniger doch ziemlich vollkommen. Ein Gehirn, ein Rückenmark, nebst allen von diesem Haupt-



a b c d

Fig. 635. Das Rückengefäß des Maikäfers. *

* *a* Das ganze Rückengefäß vergrößert; *b* ein Theil desselben stärker vergrößert im Durchschnitte; *c* das vordere Ende des Rückengefäßes in der Seitenansicht, um die Beugung zu zeigen, mit welcher dasselbe in den Kopf eintritt; *d* ein Theil des Rückengefäßes mit den Muskelbändern, welche sich seitlich an dasselbe heften. — *A* Vorderende des Rückengefäßes; *I* Muskelfasern, mit welchen das Rückengefäß umwoben ist; *L* Muskelbänder; *R* Enden der Muskelbänder, welche sich an den Rückentheil des Hautskelettes heften; *S* halbkreisförmige Klappen im Innern des Rückengefäßes; *V* Erweiterungen; *f* Verengerungen und trichterartige Einfügungen des Rückengefäßes.

stamme auslaufenden Nerven fehlen gänzlich. Dagegen findet sich ein sehr ausgebildetes Gangliensystem (Fig. 636). Es liegen nämlich kleine Ansammlungen von Nervenmasse in einer Längsreihe in der Mittellinie des Bauches unterhalb des Verdauungskanales. Fast jeder Ring des Körpers enthält eine besondere derartige Ansammlung; wo mehre Ringe nahe zusammengedrängt sind, da pflegen auch wohl mehre Nervenmassen vereinigt zu sein. Diese Nervenknötchen oder Ganglien sind durch paarige sympathische Nervenstränge zu einer Art von Kette (Fig. 637) verbunden. Sie senden in alle Theile des Körperringes, in welchem ein jedes liegt, sehr zahlreiche Nervenzweige. Im Kopfe bilden dieselben eine Art Halsband oder Halbring um den Schlund. Diese ganze Einrichtung des Nervensystems läßt uns schließen, daß die höheren Fähigkeiten der Wirbelthiere, das Bewußtsein und das mehr



Fig. 636. Das Gangliensystem des Gartenlaufkäfers (**Carabus hortensis**).

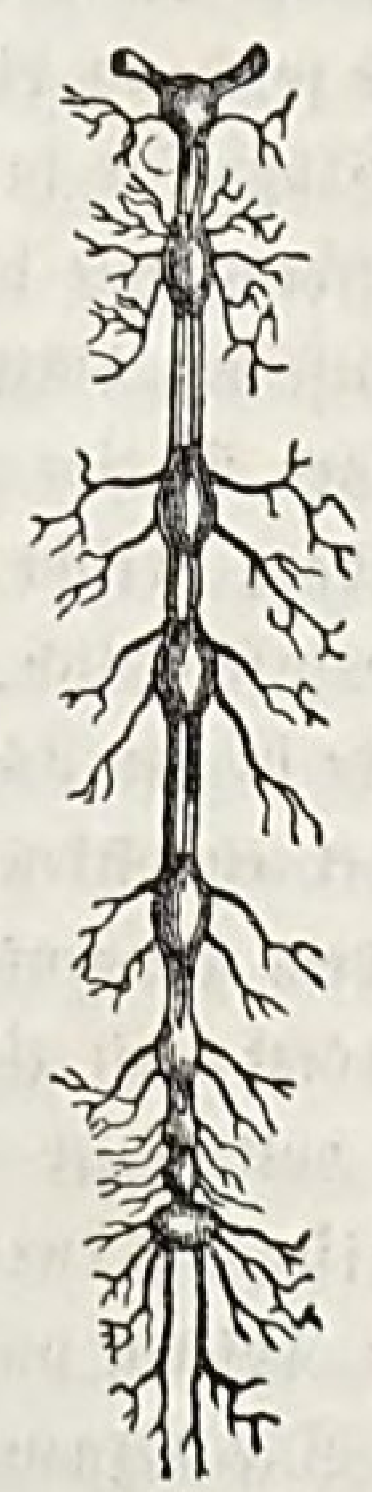
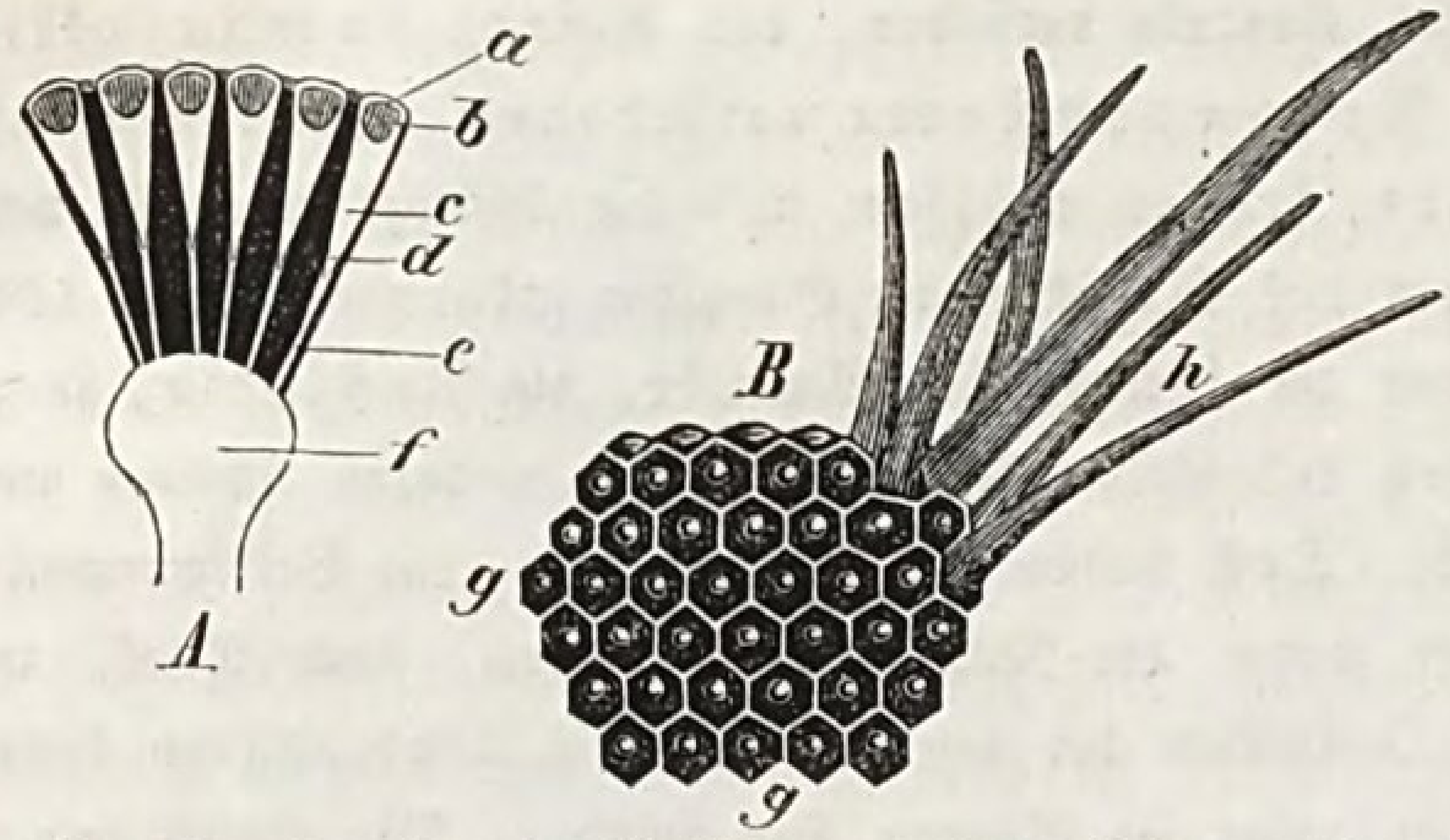


Fig. 637. Die Ganglienkette des Gartenlaufkäfers, vergrößert

oder weniger nachdenkungsvolle Handeln derselben, den Käfern, sowie allen, mit einem ähnlichen Nervensysteme versehenen, Insekten und Gliederthieren überhaupt, fehlen müssen. Wie die Thätigkeiten, als deren Vermittler wir bei dem Körper des Menschen die Ganglien erkannten (Seite 104), das unwillkürliche Athmen und die bewußtlosen Antriebe, die Instinkte, so geschehen die sämmtlichen höheren Lebensthätigkeiten bei diesen niederen Thieren mehr oder weniger unwillkürlich. Doch haben die Instinkte hier eine Vollkommenheit und Ausbildung, von welcher weder die Natur des Menschen, noch Alles, was wir von bewundernswürdigen Instinkten bei den verschiedenen Wirbelthieren kennen lernten, uns einen Begriff zu geben im Stande sein würde. Die theils auf die Erhaltung der Einzelwesen dieser und verwandter Thierklassen absehenden und somit bald die Gewinnung der nöthigen Nahrung, bald die Vermeidung von Feinden und Gefahren bezweckenden, theils auf die Fürsorge für die Nachkommenschaft abzielenden Verrichtungen, welche aus einer inneren Nothwendigkeit und einem unbewußten Antriebe von diesen Geschöpfen vollführt werden, sind im höchsten Grade geeignet, unsre Bewunderung zu erregen und uns zum Nachdenken aufzufordern über die in der Schöpfung zwischen jedem Einzelwesen und der dasselbe umgebenden Natur waltenden Wechselbeziehungen und mit unfehlbarer Nothwendigkeit sich gegenseitig begründenden und bedingenden Vorgänge.

Die Sinneswerkzeuge der Käfer sind äußerst vollkommen ausgebildet, mit Ausnahme des Geschmackes, welcher zu fehlen scheint, und des Tastsinnes für welchen die Palpen oder Taster der Freßwerkzeuge nur ziemlich unvollkommene Dienste zu leisten im Stande sind. Das Gehör, das Gesicht und der Geruch sind außerordentlich entwickelt. Ersteres wird vermittelt durch die sogenannten Fühler, welche keineswegs zu dem Zwecke dienen, welchen ihr Name andeutet, welche vielmehr durch die Zitterungen der Töne in eine schwirrende Bewegung gesetzt werden. — Die das Gesicht vermittelnden Augen stehen an der Stirne, wo man sie als sehr große glänzende oder sammetartig schimmernde, schwarze Buckeln hervorragen sieht. Bald sind sie kreisrund im Umfange, bald abgerundet mondförmig, und nicht selten umgeben sie die Anheftungspunkte der Fühler in der Weise, daß diese letztern mehr oder weniger in den Augen zu stehen scheinen. Diese Augen sind nicht zu vergleichen mit einem einzelnen Auge der höheren Thierklassen, sondern vielmehr mit einer sehr zahlreichen Menge derselben. Man nennt solche Augenballen zusammengesetzte Augen. Unter einem Vergrößerungsglase bemerkt man bald, daß die Wölbung derselben nicht wirklich glatt und kugelig ist, sondern daß sie eine sehr große Anzahl vier- oder sechseckiger Flächen oder Facetten besitzt, deren jede eine kleine Wölbung für sich vorstellt. In der That ist jede von diesen die Vorderfläche eines besonderen Aeugelchens, deren sich z. B. beim gemeinen Maikäfer (Fig. 638) ungefähr 9000 in jedem Augenballen vereinigt finden. Doch sind alle mit einer gemeinsamen, völlig durchsichtigen Hornhaut überzogen. Jedes einzelne Aeugelchen stellt eine Art sechsseitiger, tief trichterförmiger Röhre vor, deren Mündung durch die facettirte Haut geschlossen ist, während das spitze Ende gegen den Mittelpunkt des Augenballens gerichtet ist. Jedes derselben enthält gleich hinter dem Facettenfensterchen eine vorn abgeplattete, eiförmige harte Linse, welche von der den übrigen Theil des Trichters ausfüllenden Glasflüssigkeit theilweise



* *A* ein Theil von einem Durchschnitte des Auges; *a* Hornhaut; *b* Linse; *c* Glasflüssigkeit; *d* Pigment; *e* Nervenzweig; *f* Sehnervenknoten. — *B* ein Theil von der Fläche des Auges; *g* Aeugelchen; *h* Haare, welche mitten auf dem Augenballen einen Augenbrauenstreifen bilden.

Fig. 638. Das Auge des Maikäfers, vierhundertfach vergrößert. *

umflossen ist. Die Spitzen der Trichter sind alle von dunklem Pigmentstoffe umgeben, welcher die innere Hauptmasse des Auges bildet und durch welchen die äußerst feinen Nervenzweige, deren von dem gemeinsamen Sehnervenknötchen in jedes Aeugelchen ein besonderer eindringt, sich hindurchziehen. Die Vollkommenheit des Gesichtssinnes ist bei den Käfern und allen Insekten gleichwohl nur sehr beschränkt. Jedes Aeugelchen empfängt ausschließlich die senkrecht auf die Mitte desselben fallenden Strahlen. Viele Aeugelchen sind mit Haaren bewachsen, wie beim Maikäfer, über dessen Augenballen sich ein bürstenförmiges Streifchen von Haaren mitten dahinzieht. Der Geruch der Käfer und aller durch Tracheen athmender Thiere, ist außerordentlich scharf, so daß diese Geschöpfe ihre Nahrung oder die Gegenstände, welche zur Absetzung ihrer Eier und zur Nahrung für ihre Jungen paßlich sind, auf stundenweite Entfernungen wittern und mit der größten Schnelligkeit zu denselben hineilen können. Da die Sinneseindrücke, welche dieselben empfangen, bei ihnen unmittelbar auf das System der unwillkürlichen Nerven einwirken, so folgen sie solchen auf die seltsamste und blindeste Weise und können sich durch kein Hinderniß von den rastlosesten Bestrebungen abhalten lassen, dahin zu gelangen, wohin die Sinneseindrücke sie gebieterisch ziehen. Kaum dringt ein Sonnenstrahl durch das Fenster in ein Zimmer, in welchem ein solches Thier sich befindet, so rafft es sich auf und fliegt geradeswegs gegen die Scheiben, erneuert seine Versuche, so oft es auch, vom Anstoße betroffen, sich mußte zu Boden fallen lassen, und läßt mit seinem Gesumme nicht nach, bis der Reiz des Lichtes durch einen schattenden Gegenstand oder durch die Abenddämmerung zu wirken aufhört. Ebenso zwingend zieht der Geruch des Mistes die Mistkäfer, der Geruch eines Aases die Todtengräber (Fig. 640) herbei. Man weiß übrigens bislang keineswegs mit Sicherheit, welches die Geruchswerkzeuge dieser Thiere sind; doch ist zu vermuthen, daß auch hier die Nervengewebe, welche die Eingänge der Athmungsorgane umgeben, diese Dienste verrichten, was dann die Stärke des Sinnes wohl erklärlich erscheinen läßt.

Bei den meisten Käfern sind die Männchen und Weibchen äußerlich einigermaßen von einander verschieden, und zwar theils durch die Größe, indem bald die Männchen kleiner und schlanker sind, als die Weibchen, bald das umgekehrte Verhältniß stattfindet, theils durch Eigenthümlichkeiten der Farbenzeichnung oder der Schraffirung des Hautpanzers, zumal der Flügeldecken, oder das Fehlen der Flügel (Fig. 631). Auch erkennt man die Männchen wohl an besondern Vorrichtungen,

mit denen sie im Stande sind, die Weibchen bei der **Begattung** zu halten, wie z. B. die Männchen der Schwimmkäfer (Fig. 623) an ausgezeichneten **Saugscheiben** an den Vorderfüßen — die Weibchen dagegen an dem spitzeren Ende des Hinterleibes. Im Leibe der letztern bildet sich eine ziemliche Anzahl von Eiern (20 — 30) stets gleichzeitig auf einmal aus, und diese werden durch die eigenthümliche, auch hier in besondern Drüsen ausgesonderte befruchtende Feuchtigkeit des Männchens, welches mit der Spitze seines Hinterleibes in die Oeffnung des entsprechenden Theiles des Weibchens eindringt, befruchtet d. h. entwicklungsfähig gemacht. Das Weibchen eilt sogleich nach der Begattung, dieselben an eine zweckmäßige Stelle zu legen, sei es nun in die Erde, oder in Holz, Früchte, Blüthen, oder aber in Mist, oder gestorbene Thiere. Meistens sind die Weibchen zu diesem Ende mit einer besonders harten und zum Graben oder Bohren geschickten Verlängerung des Hinterleibes, dem **Legestachel**, versehen. Auf eine sehr merkwürdige Weise entwickelt sich in den Eiern der **Embryo**. Die Dotterhaut bildet den äußern Ueberzug des Eies, welches kein Eiweiß besitzt; sie ist oft eine feste hornartige Chitinschale. Unter derselben befindet sich das Keimbläschen, welches sich beim Beginne der Entwicklung schnell über das ganze Dotterkügelchen verbreitet. Gleich im ersten Anfange schon zeigt der Embryo Spuren einer Gliederung. Derselbe liegt nicht wie die Wirbelthiere, mit der Bauchfläche, sondern mit der Rückenfläche auf dem Dotter und behält, nachdem er letztern ganz umschlossen hat (statt eines Nabelpunktes am Bauche) eine **Nabelnaht** auf der Mittellinie des Rückens. Es ist die Entwicklung **aller Insekten und selbst aller sämmtlichen Gliederthiere**, der **Spinnen**, **Krebse** und **Würmer**, nicht wesentlich von diesem Entwicklungsgange der Käferembryonen verschieden, ja in ihren ersten Anfängen sind alle Embryonen dieser genannten Thierklassen sich so ähnlich, daß man die Verschiedenheiten der äußern und innern Bildung, welche sie bei aller Uebereinstimmung in den allgemeinsten Verhältnissen ihrer Organisation in vollkommenem Zustande wahrnehmen lassen, noch nicht angedeutet findet. Die **Jungen**, welche aus den Eiern der Käfer entstehen, haben keine Aehnlichkeit mit den Alten, sondern sie sind zunächst **wurmförmige Larven** (Fig. 639). Daher entzieht sich dem nicht aufmerksamen Beobachter leicht der Zusammenhang, welcher zwischen so verschiedenartig aussehenden Thieren stattfindet, und das plötzliche häufige Vorkommen derartiger „Würmer", und wiederum die überraschende Erscheinung einer großen Menge von Käfern einer Art wird nicht selten als ein unbegreifliches Wunder angestaunt, wo dem Kundigen eine natürliche Erklärung sehr leicht ist. Auch ist es nur mit Hülfe näherer Bekanntschaft mit den **vollkommenen Verwandlungen**, welche diese Geschöpfe vom Ei bis zur vollständigen Ausbildung zu durchlaufen haben, möglich, sich vor dem ungeheuern Schaden zu bewahren, welchen diese Thiere theils im Larvenzustande, theils als entwickelte Käfer anzurichten im Stande sind. Einige Beispiele der Entwicklung von Käfern werden zur Beobachtung ähnlicher Vorgänge genügende An=

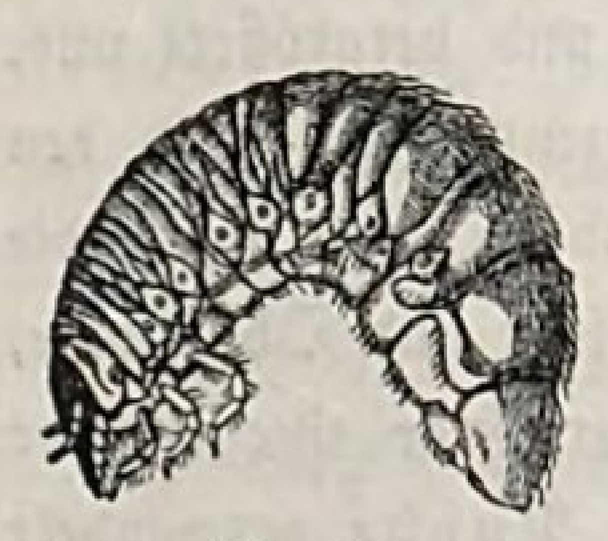


Fig. 639. Eine Larve des Maikäfers.

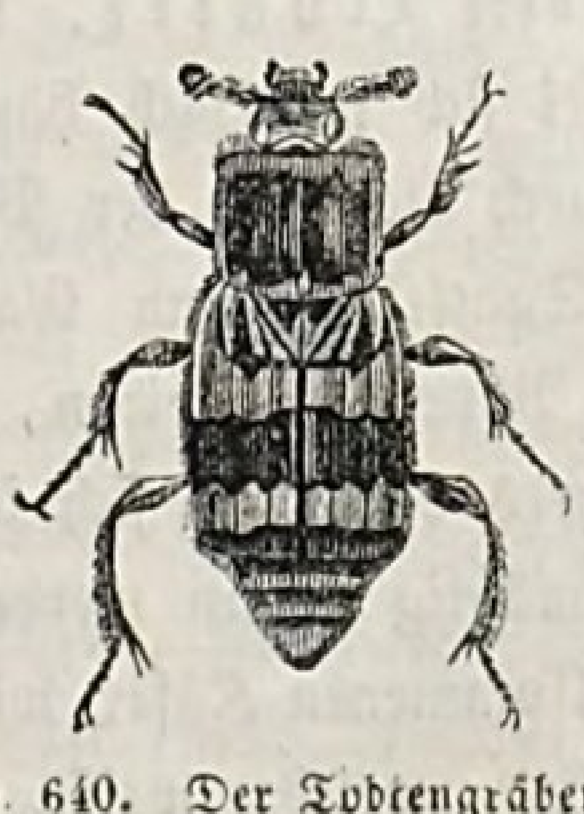


Fig. 640. Der Todtengräber (Necrophorus vespillo).

leitung geben. — Die **Todtengräber** (Fig. 640) kommen sogleich herbei, sobald irgendwo ein todter Maulwurf, eine Maus, ein Vögelchen, ein Frosch oder eine Kröte, oder sonst ein Stückchen faulenden Fleisches liegt, untersuchen zuerst die Erde, ob sie auch locker und tief genug ist, kriechen, wenn dies nicht der Fall ist, zu zweien bis fünfen vereint unter die Leiche und schieben sie an einen passendern Ort und wühlen dort mit den Vorderbeinen, die besonders bei dem Männchen breite Fußglieder besitzen, die Erde unter derselben weg, so daß sie allmählig versinkt, verschwindet und binnen einigen Stunden ½ bis 1 Fuß tief begraben ist. Nach einiger Zeit kommen sie dann aus der Erde hervor, paaren sich, kriechen wieder hinab, und das Weibchen legt seine Eier an die Leiche. Nachdem die Thiere dann die Erde verlassen haben, sterben sie bald. Die Larven sind bald zum Ausschlüpfen reif, verzehren dann das Aas, graben sich darauf tiefer in die Erde, wo sie in einer von ihnen selbst gemachten Höhlung in einem zusammengezogenen, fast regungslosen Zustande liegen, während dessen sie **Puppen** genannt werden, und in welchem sie verbleiben, bis sich unter der Haut alle Organe vollständig entwickelt haben, worauf sie die äußere Hülle abwerfen und als Käfer aus der Erde hervorkriechen. Die **Maikäfer** oder **Laubkäfer** (Fig. 641) entwickeln sich auch in der Erde. Sie schaden als Larven und als Käfer außerordentlich. Nachdem diese Thiere am Frühlingslaube der Bäume sich sattgefressen und begattet haben, kriechen die Weibchen auf die Erde und legen ihre Eier in dieselbe hinein, besonders an gut gedüngte oder reichlich bewachsene Plätze. Hier entwickelt sich die Larve, welche unter dem Namen **Engerling**, **Inger**, **Glime** oder **Quatte**, bekannt ist, und welche vier Jahre lang in der Erde lebt, dabei sich mehrfach häutet und vergrößert und, besonders in den letzten zwei Jahren, durch Benagen der Pflanzenwurzeln bald den Graswuchs auf Wiesengründen, bald Saatfelder und Gartenbeete und selbst die Wurzeln der jungen Bäume, zumal der Pappeln, Weiden, Kiefern und Obstbäume, zerstört. Im Sommer des vierten Jahres bildet sie sich in der Erde eine eirunde Höhle, worin sie sich in eine weiße, allmählig braun werdende **Puppe** verwandelt und im Herbste oder Frühjahre zum vollkommenen Käfer wird. Dieser ist anfangs, nachdem er die Puppenhaut abgestreift hat, weich, weiß, gelblich und bedarf 10 bis 12 Tage, um seine rechte Härte und Farbe zu erlangen. Man findet beim

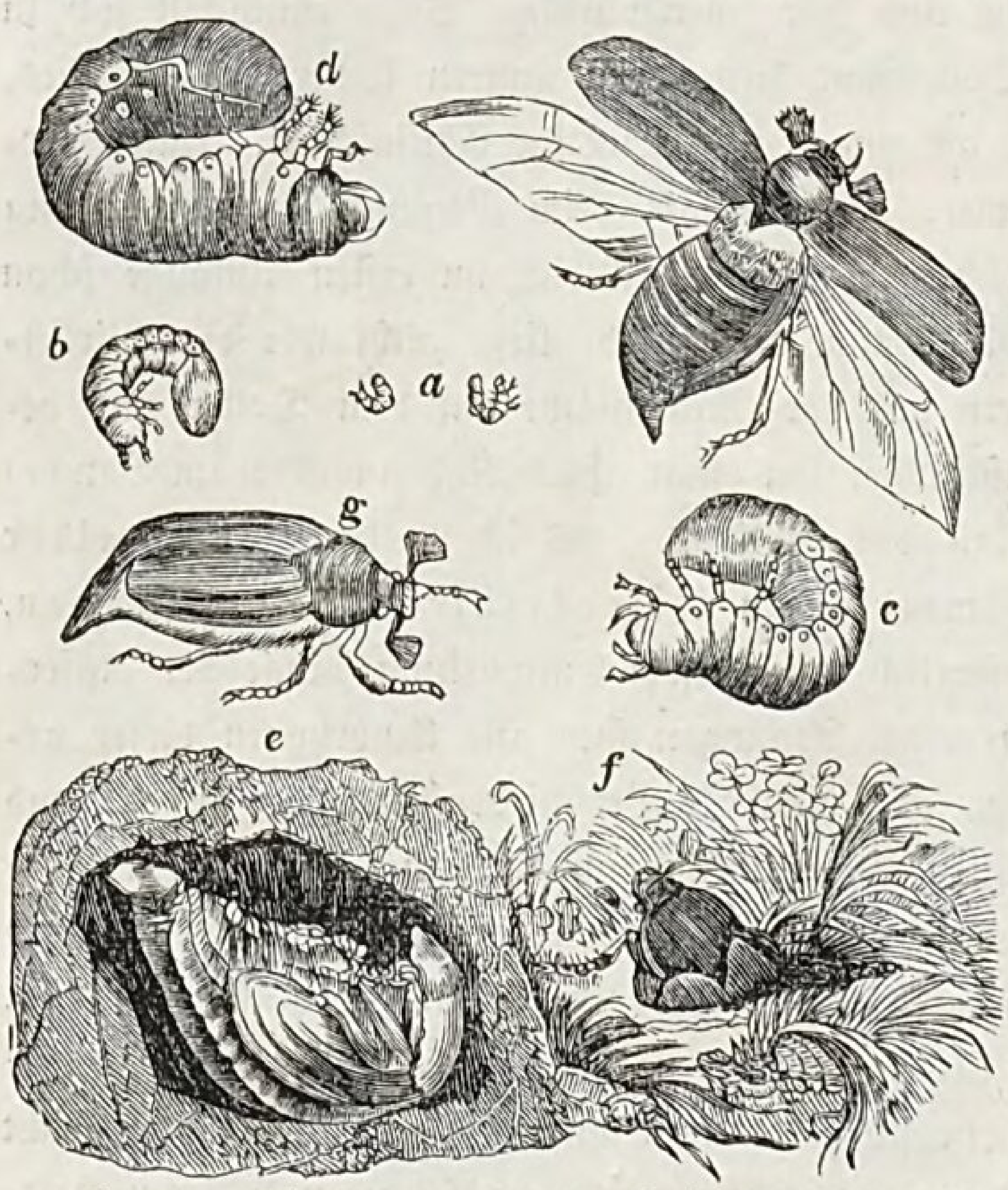


Fig. 641. Die Metamorphose des Maikäfers (Melolontha vulgaris). *

* *a* die Larve soeben aus dem Ei geschlüpft; *b* dieselbe ein Jahr alt; *c* dieselbe zwei Jahre alt; *d* dieselbe drei Jahre alt; *e* die Puppe in der Erdhöhle im vierten Jahre; *f* der aus der Erde hervorkriechende Käfer; *g* derselbe kriechend; *h* derselbe fliegend.

Graben schon im Herbste und Winter bisweilen, selbst 2 bis 3½ Fuß tief, vollkommene Maikäfer unter der Erde, denn sie warten dort auf ein warmes Frühlingswetter und es geschieht mitunter, daß sie mitten im Winter bei sehr warmer Witterung von selbst hervorkriechen. Am gewöhnlichsten kriechen sie im Mai hervor, und man sieht alsdann da, wo sie häufig sind, eine Menge runder Löcher von der Dicke eines kleinen Fingers in der Erde, aus denen sie hervorgekommen sind. Aehnliche Löcher machen übrigens auch die Mistkäfer und andere Arten, welche sich in der Erde entwickeln. — Man sieht aus obiger Darstellung, daß man die Maikäfer vertilgen muß, wenn sie an den Bäumen sitzen, ehe sie ihre Eier ablegen; es geschieht solches leicht, indem man sie abschüttelt und einsammelt (zum Futter für Hühner, Enten und Schweine). Versäumt man diese Vorsicht, so ist nach Verlauf von vier Jahren wieder eine große Menge von Maikäfern zu erwarten. Außerdem kann man auch die Engerlinge beim Pflügen und Graben durch Gänse oder andere Vögel auflesen lassen. Wichtige Dienste leisten überhaupt hier, wie im Allgemeinen gegen die übermäßige Vermehrung der Insekten, die Vögel, zumal so lange sie brüten, unter der Erde aber die Mullwürfe, Spitzmäuse u. s. w. Den Engerlingen der Maikäfer sehr ähnlich sind die Larven der Gold- oder Rosenkäfer (Fig. 642), welche merkwürdiger Weise in Ameisenhaufen sehr häufig angetroffen und von den gefräßigen Bewohnern derselben nie angegriffen werden, ja sich sogar ungestört darin verpuppen. — Die Pelzkäfer (Fig. 643) legen ihre Eier an Pelzwerk und Wolle. Die Larven, welche ganz glatt und langhaarig sind und sich daher kaum ergreifen lassen, und stoßweise vorwärts kriechen, zerstören häufig Kleidungsstücke und andere kostbare Gegenstände. Häufige Lüftung und Ausklopfung der Sachen schützt gegen diesen Schaden. Der sogenannte schwarze Kornwurm (Fig. 625) ist ein Rüsselkäfer, welcher als Käfer und als Larve die Körner des Weizens und Roggens verzehrt und an aufgespeicherten Vorräthen ungeheuern Schaden thut. Der Käfer bohrt, mit dem Rüssel nagend, ein Loch in ein Korn und legt in jedes nur ein Ei, welches gerade zur Ernährung einer Larve hinreicht. Die Zahl der Eier ist aber groß und die Entwicklung eine rasche, so daß von einem einzigen Paare in Jahresfrist eine Nachkommenschaft von 6000 Thieren entstehen kann. Die Larve frißt ihr Körnchen völlig aus und verwandelt sich dann in der zurückgebliebenen Hülle. Häufiges Lüften und Wenden des Getreides, sowie die Anwesenheit einiger Meisen, Rothkehlchen u. s. w. auf den Getreidespeichern, ist die beste Abwehr gegen diesen Feind. — Der Kernobstrüsselkäfer (Apion pomonæ) legt seine Eier in die erste Frühlingsknospe der Apfel- und Birnbäume und in der Blüthe dieses Obstes lebt sodann im April und Mai die Larve, ein



Fig. 643. Der Pelz- oder Speckkäfer (Dermestes lardarius) doppelte Größe.

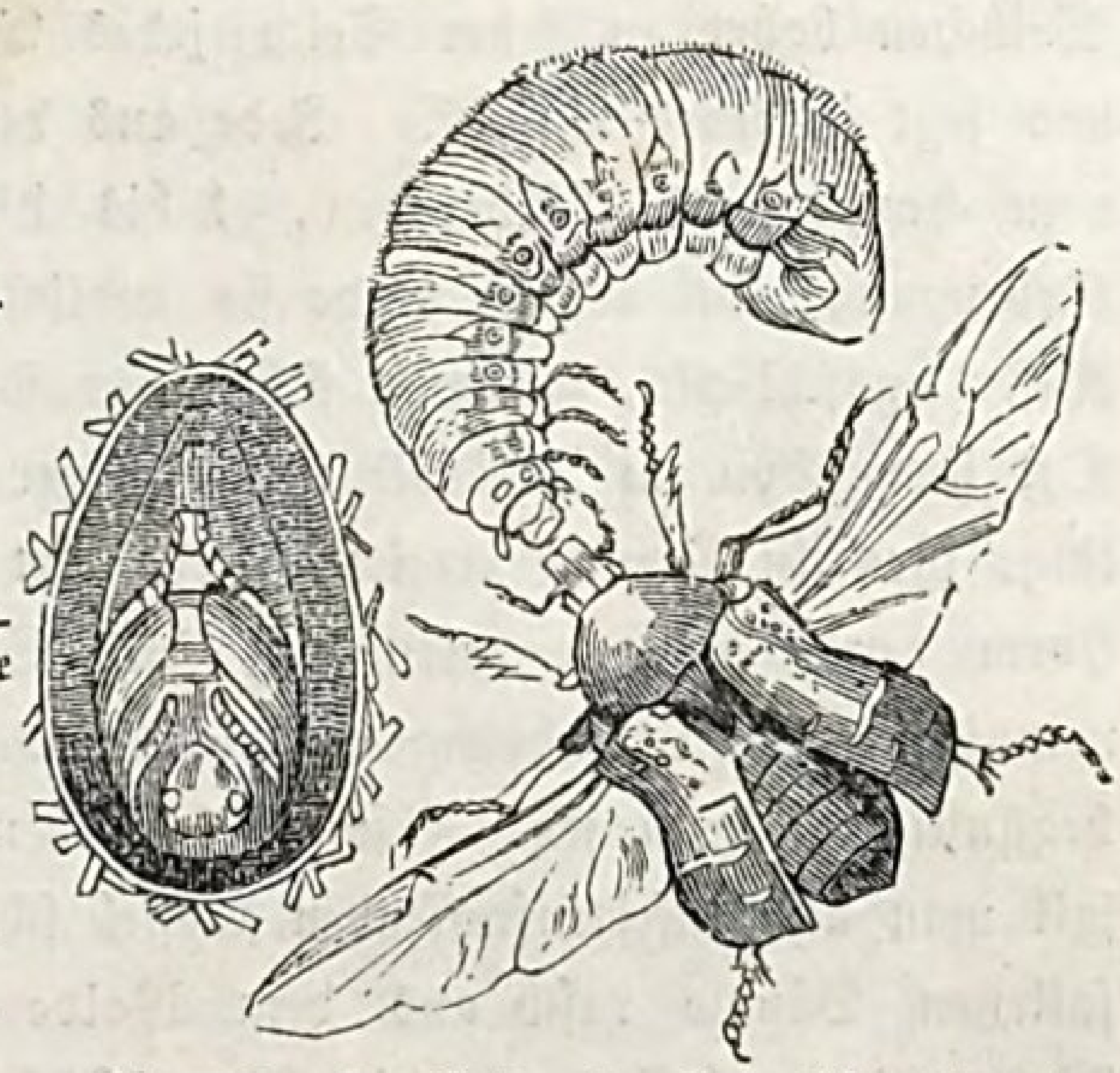


Fig. 642. Der Gold- oder Rosenkäfer (Cetonia aurata). *

* Als Larve, Puppe und vollkommenes Insekt (fliegend).

schmutzig weißer Wurm, mit schwarzem Kopfe und brauner Rückenlinie. Das Thier spinnt mit Schleimfäden die Blumenblätter über sich zusammen und verdirbt oft die ganze Obsternte. Man muß die schadhaften Blüthen soviel als möglich abnehmen und verbrennen, zu der Zeit aber, wo sich die Käfer entwickelt haben, die Zweige über untergelegten Tüchern schütteln und die herabfallenden vertilgen. — Die Borkenkäfer (Bostrichus), welche nur 1 bis 2 Linien lang sind, gehören zu den schädlichsten Thieren. Sie bewohnen die Nadelwälder und richten durch ihre Vermehrung das ungeheuerste Verderben an, indem sie die sogenannte Wurmtrockniß an den Bäumen hervorrufen, an welcher z. B. im Jahre 1782 und 1783 auf dem Harzgebirge über drei Millionen schöner Tannen abgestorben sind. Diese Käfer erscheinen meistens im Frühjahre, zu der Zeit, wo die Buche grünt, fliegen dann überall umher und bohren sich unter die Rinde kränklicher und gesunder Tannen und Fichten ein. Je ein Männchen und ein Weibchen nagen sich da eine kleine Kammer. Die Gattung, welche man Schriftborkenkäfer (Bostrichus typographus) nennt, bohrt von da aus nach unten und oben ziemlich gerade, 2 bis 6 Zoll lange Gänge, das Weibchen bohrt an jeder Seite jedes Ganges 15 bis 25 oder mehr Löcherchen und legt in jedes ein Ei. Jede aus dem Ei kriechende Larve nagt sich nur einen vom Hauptgange abführenden, 1 bis 1½ Zoll langen, immer weiter werdenden Nebengang, in dessen Ende sie endlich als Puppe ruht. Wenn aus dieser der Käfer ausschlüpft, so bohrt sich dieser sogleich aus der Rinde des Baumes heraus. Oft sind schon im Juli die neuen Käfer da, deren Brut dann im folgenden Frühlinge ihre Ausbildung erreicht. Jede Art der Borkenkäfer ist an der eigenthümlichen Form der Gänge zu erkennen. Als Schutzmittel gegen diese Feinde werden die mannigfachsten Verfahrungsweisen angewandt. Erstens soll man gemischte Wälder begünstigen; denn jede Käferart befällt nur eine ganz bestimmte Baumart. Sodann soll man alle insektenfressenden Vögel schonen, alle trockenen oder vom Winde gefallenen Bäume rasch aus dem Walde schaffen, nie geschlagenes Holz lange im Walde liegen lassen und die Wurzelstöcke sorgfältig ausrotten. Endlich fällt man im Frühling einzelne Bäume, um die vorhandenen Käfer an diese zu locken, da sie solche besonders lieben, und schält dann zu rechter Zeit die Rinde ab und verbrennt dieselbe. Diese wenigen Beispiele, denen sich leicht zahllose andere beifügen ließen, zeigen genügend, auf wie viele Erscheinungen der denkende Gärtner, Landwirth und Forstmann zu achten hat.

Die Larven der Käfer stehen, als unausgebildete Geschöpfe, auf einer niederen Stufe der Entwicklung, und wir werden bei der Betrachtung der andern Klassen der Gliederthiere zu der Ueberzeugung gelangen, daß manche der letztern ihr ganzes Leben hindurch gewisse Verhältnisse sowohl der äußern Form, als auch der innern Einrichtung beibehalten, welche den Käfern nur im Larvenzustande zukommen. Die Larven (Fig. 644) entbehren stets der Flügel. Alle ihre Körperringe liegen in einer ununterbrochenen Reihenfolge hinter einander, so daß eine Unterscheidung von Vorderleib und Hinterleib nicht möglich ist. Nur der Kopf zeichnet sich durch die schon ziemlich vollkommenen Freßwerkzeuge und die braune oder schwarze Farbe aus; er ist auch schon mit härterer Haut versehen, als die übrigen, noch sehr weichen Leibesringe. Die meisten Käferlarven haben schon an den drei vordersten Ringen hinter dem Kopfe Beine, jedoch sind diese nur sehr kurz und unvollkommen.

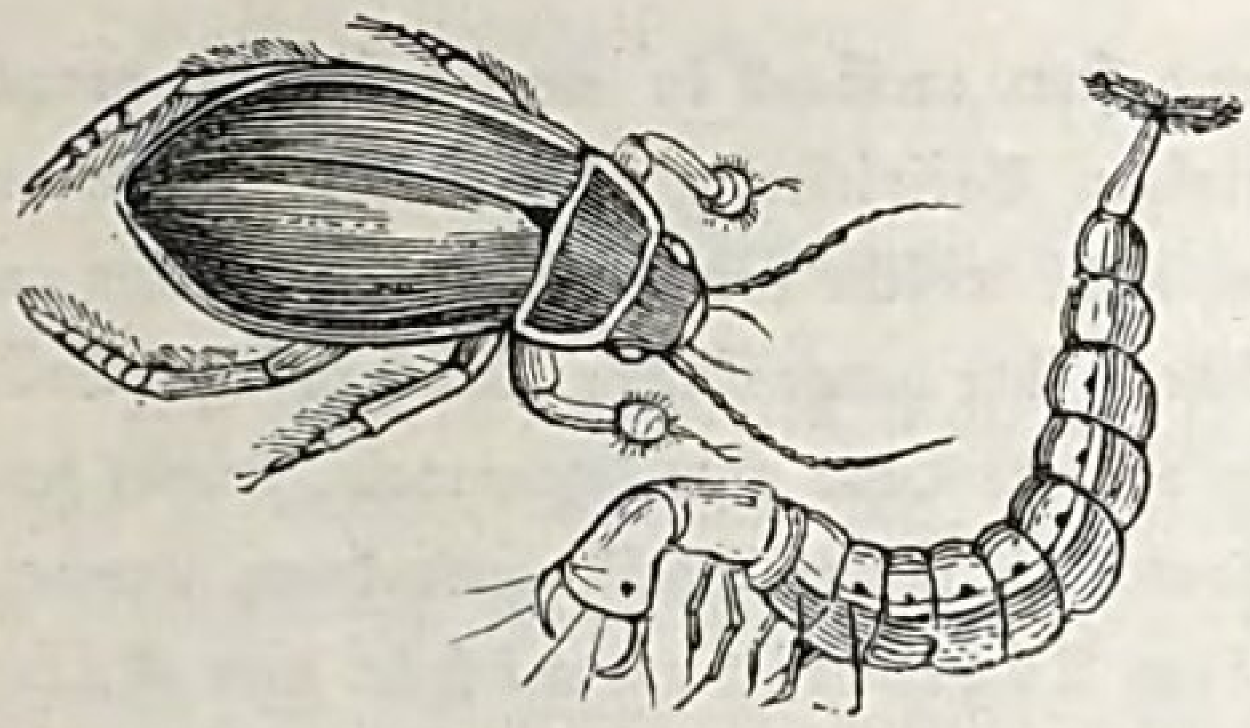


Fig. 644. Der gelbsaumige Schwimmkäfer (Dyticus marginalis) mit seiner Larve.

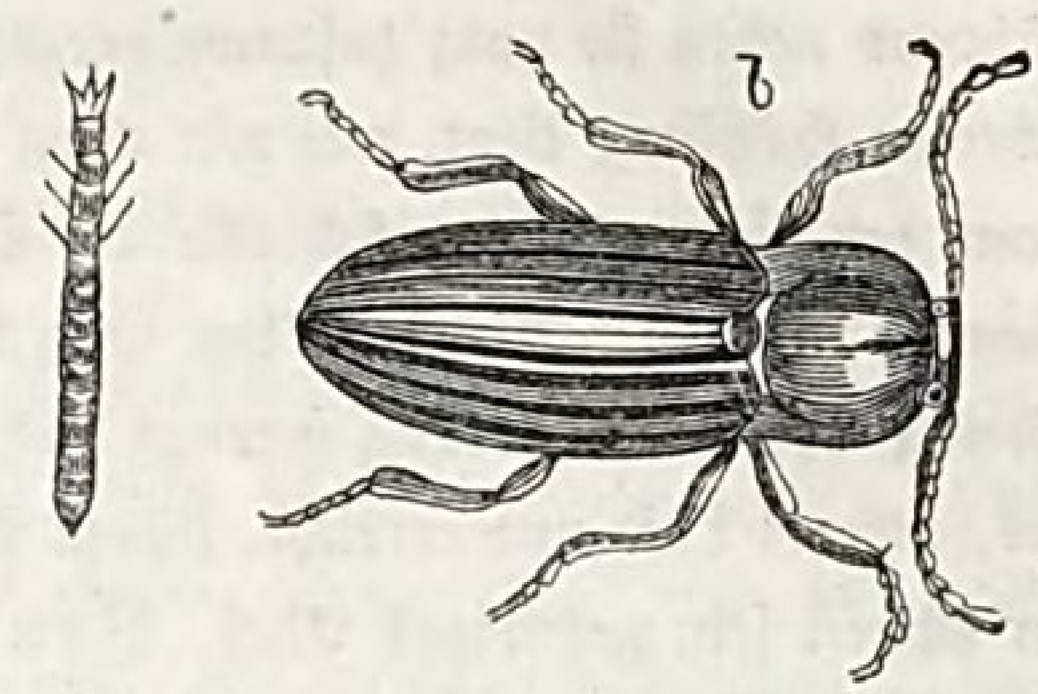


Fig. 645. Ein Springkäfer (Elater) nebst seinem Engerlinge.

Dergleichen Larven nennt man auch wohl im Allgemeinen Engerlinge (Fig. 645). Manche derselben besitzen auch ein Paar dicker, fleischiger, ungegliederter Fleischwarzen, welche als Hülfsfüße dienen, am letzten Hinterleibsringe. Die Larven der Rüsselkäfer und Prachtkäfer (Buprestis), sowie die der Bockkäfer sind ganz fußlos und heißen Madenengerlinge. Bei manchen Arten von Bockkäfern finden sich wärzchenartige Andeutungen der Füße. Oft sind die Larven haarig; diejenigen, welche in Thieren, Pflanzen oder in der Erde verborgen leben, sind gelblich weiß, diejenigen dagegen, welche, wie die Larven der Siebenpunkte oder Sonnenkäferchen (Coccinella) und der Goldhähnchen oder Blattkäferchen (Chrysomela), auf Blättern oder an der Erde herumkriechen, sind meistens buntfarbig und mitunter schon in der Zeichnung den Käfern einigermaßen ähnlich. Manche sehr kleine Käferlarven haben mit Flöhen und Läusen große Aehnlichkeit, und diejenigen Arten, welche als Ungeziefer auf Bienen und andern Insekten zu leben pflegen, werden sogar mitunter Bienenläuse u. s. w. genannt. Die Augen der Larven sind nicht zusammengesetzt; dagegen jederseits oft mehre einfache vorhanden, deren Beschaffenheit ganz mit der Bildung der einzelnen Aeugelchen in den Augenballen der Käfer übereinstimmt. Die Larven der Laufkäfer und Blattkäfer haben jederseits 2 bis 6 solcher einfacher Augen. Dagegen fehlen denjenigen Larven, welche in Holz und Mist zu leben pflegen, die Augen völlig. Nicht selten ist es der Fall, daß die Larven eine ganz andere Nahrung genießen, als die ausgebildeten Thiere, und diesem Umstande entsprechend sind dann auch die Verdauungseingeweide verschieden ausgebildet. Muskulatur und Nervensystem zeigen bei den Larven in allen Ringen des Körpers eine weit größere Einförmigkeit, als bei den ausgebildeten Käfern. Es kommen auch Beispiele vor, daß die Käfer den Larven ziemlich ähnlich bleiben; in diesem Falle sind die Weibchen der Leuchtkäfer und mancher anderer Gattungen, deren Männchen vollständig geflügelt sind. — Gleichsam die Mitte zwischen den Larven und den ausgebildeten Käfern halten die Puppen (Fig. 646). Jede Larve versinkt, nachdem sie sich gehörig genährt und mehrfach gehäutet, dabei die volle Größe erreicht hat, in einen Zustand des Scheintodes,

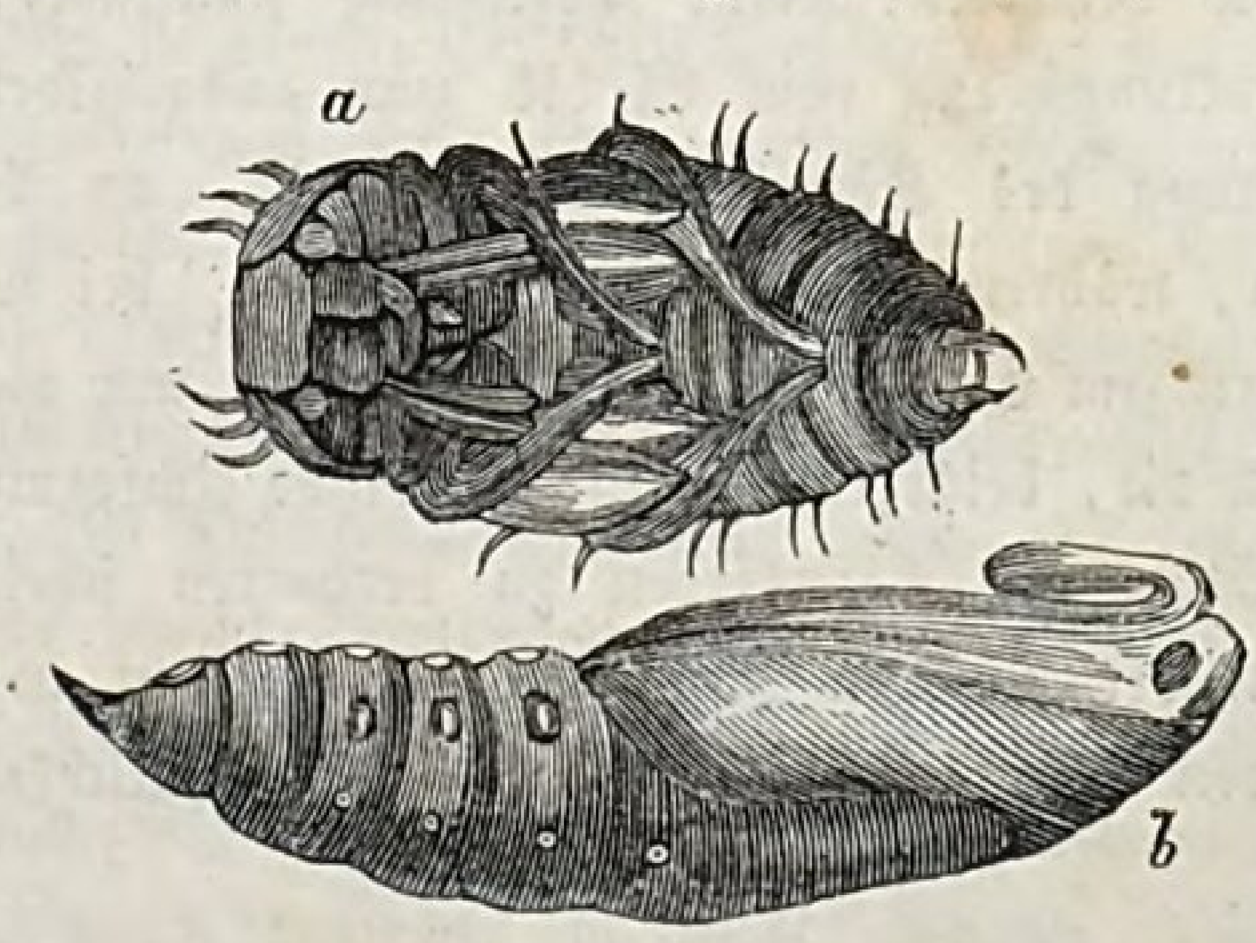


Fig. 646. Insektenpuppen. *

* a Die Puppe des großen Schwimmkäfers (Hydrophilus viridis).
b Die Puppe des Ligusterschmetterlings (Sphinx ligustri).

während dessen sie ganz zusammengezogen und starr meistens in einer besonders vorgerichteten Höhlung liegt, wie wir oben an einigen Beispielen gesehen haben. Unter der Haut der Puppe bilden sich alle die Organe aus, welche dem vollkommenen Käfer zukommen; jedoch haben dieselben noch keineswegs ihre ganze Größe. Nach völliger Vollendung der Umwandlung sprengt das Thier die alte Haut zum letztenmale, kriecht heraus, athmet Luft und erreicht, indem sich dadurch die innern Theile ausdehnen, wunderbar schnell sein gehöriges Maß. Von diesem Augenblick an wächst der Käfer nicht mehr. Daher kommt es, daß alle Käfer einer Art stets die gleiche Größe haben, welche nur etwa durch Mangel an reichlicher Nahrung oder sonstige ungünstige Einflüsse bei einzelnen Thieren eine geringe Abweichung erleidet. Selten sind die Arten, bei welchen diese Abweichung, wie bei den Hirschschrötern (Fig. 627), einen hohen Grad erreichen kann. Die Größe der Käfer liegt im Allgemeinen zwischen sehr engen Grenzen. Zwar finden sich solche, welche nur die Größe eines Mohnsaamenkörnchens erreichen, aber nie solche, welche über einige Zolle lang würden. Die größte bekannte Käferart, der Herkuleskäfer (Fig. 647) in Südamerika erreicht mit dem sehr lang vorragenden Horne seines Halsschildes doch nur ungefähr eine Länge von 5 Zoll. — Im ausgebildeten Zustande fressen manche Käfer nur ein einziges Mal, begatten sich, legen ihre Eier und sterben. Wenige leben länger als einige Wochen, noch wenigere ein Jahr lang. Es scheint von mancherlei Zufälligkeiten abzuhangen, daß ein solches Geschöpf seinen Lebenslauf in kürzerem oder längeren Zeitraume vollende. Diejenigen, welche im Spätherbste ihre Ausbildung erreichen, überwintern häufig und vollziehen die kurze Aufgabe ihres Daseins in den ersten warmen Frühlingstagen. Die Larven dagegen sind stets an eine regelmäßigere Dauer ihres Entwicklungsganges gebunden.

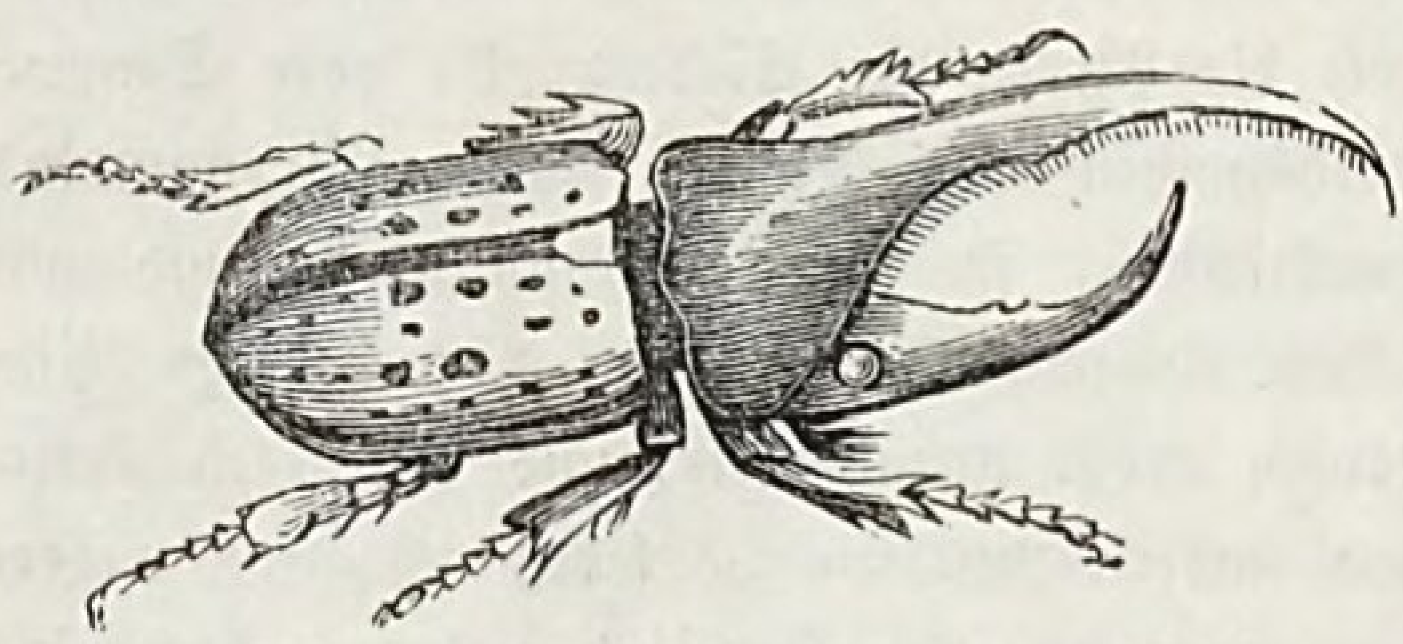


Fig. 647. Der Herkuleskäfer (Dynastes Hercules). $1/2$ d. nat. Gr.

Aehnliche Verhältnisse der Entwicklung, wie die Käfer, beobachtet man bei allen Ordnungen der Insekten und im Zustande ihrer Vollkommenheit stimmen dieselben auch mit der Organisation jener wichtigsten Ordnung fast ganz überein, wobei die bemerkenswerthe Beziehung stattfindet, daß diejenigen Ordnungen, deren Entwicklungsgang vom Ei bis zum ausgebildeten Thiere mit eben so völliger Umgestaltung des Körpers verbunden ist, an Vollkommenheit den Käfern zunächst stehen, während diejenigen Ordnungen, bei welchen eine solche Umgestaltung nur in geringem Grade vor sich geht, mehr und mehr hinter denselben zurückbleiben und endlich die, bei welchen keine erhebliche Umformung wahrzunehmen ist, gleichsam auf der Stufe der Käferlarven zu verharren scheinen. Wir wollen auf die Naturgeschichte der übrigen Insektenordnungen nur in soweit eingehen, als Abweichungen von den Käfern oder besondre Eigenthümlichkeiten zu erwähnen sind.

Zweite Ordnung.

Die Immen (Hautflügler). Hymenoptera.

Die Immen, von welchen die Wespen, Bienen (Fig. 648) und Ameisen allgemein bekannte Beispiele sind, deren es aber über 12,000 Arten gibt, zeigen die Dreitheilung des Körpers deutlicher, als die Käfer. Die drei Ringe des Vorderleibes sind sehr innig mit einander verbunden, der aus 3 bis 9 deutlichen Ringen bestehende Hinterleib ist dünngestielt und nur bei wenigen unmittelbar an den Vorderleib gedrängt, bei manchen dagegen durch einen sehr langen Stiel von demselben



Fig. 648. *a* Bienenkönigin. *b* Drohne. *c* Arbeitsbiene.

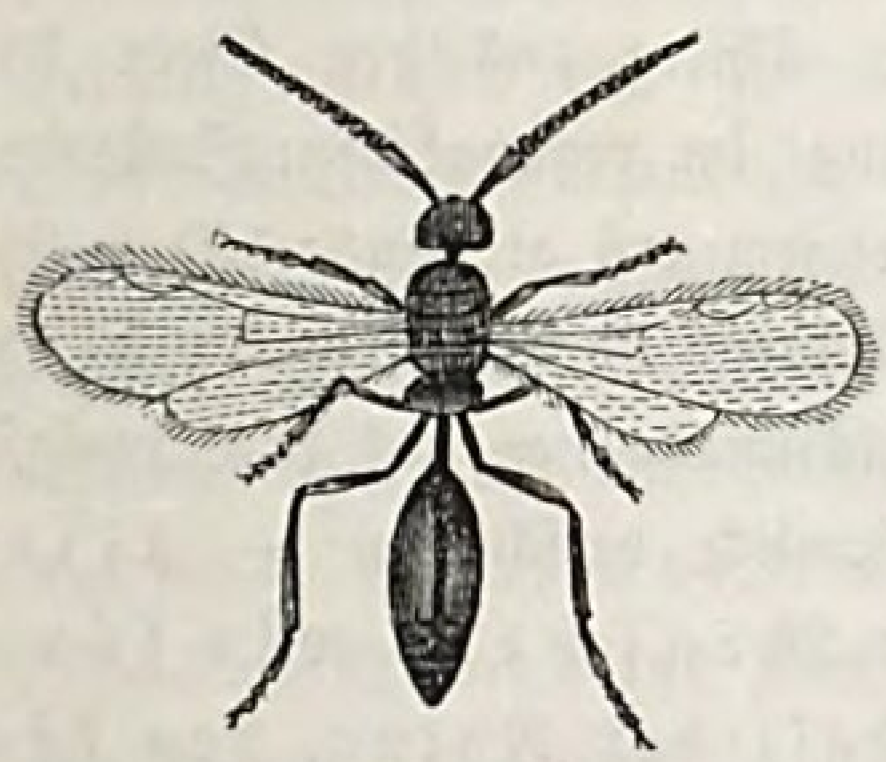


Fig. 649. Eine Bethylusgallwespe.

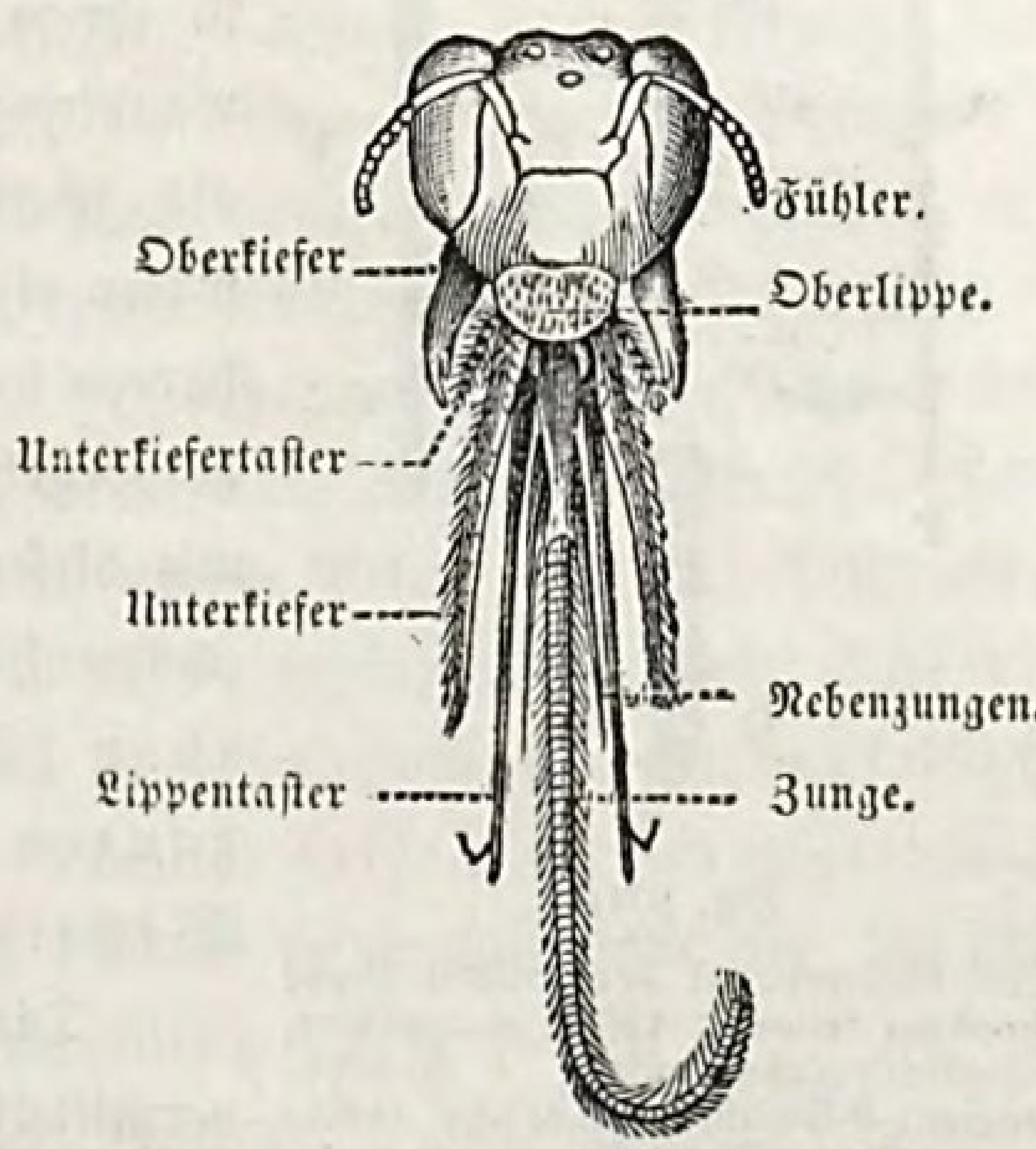


Fig. 650. Der Kopf einer wilden Biene (Aothophora retusa).

getrennt (Fig. 649). Die Chitinhülle des Körpers ist zarter als bei den Käfern, auf der Oberseite des Hinterleibes nicht weicher, als auf der Bauchseite. Die Flügel sind sämmtlich häutig, glasartig und die vorderen länger und breiter, als die hinteren, alle stets nur von wenigen, höchstens 16 Luftadern durchzogen. Die Ameisen besitzen nur zur Zeit der Begattung Flügel; auch einigen Schlupfwespen fehlen solche. Die Beine haben stets fünfgliedrige Füße. Der querlängliche Kopf, welcher sehr frei beweglich vor dem Vorderleibe steht, trägt faden- oder borstenförmige oder knieförmig geknickte, selten keulenförmige Fühler. Die Bildung der Mundtheile (Fig. 650) weicht von der bei den Käfern beschriebenen nicht unbedeutend ab, indem die Unterkiefer sehr lang und zu scheidenartigen Hohlrinnen geformt erscheinen, welche die ebenfalls verlängerte Zunge von beiden Seiten umfassen und so eine Art von Rüssel darstellen, in welchem die Zunge sich als ein Saugstempel bewegt. Jeder Unterkiefer trägt eine kurze Palpe. Die Zunge derjenigen Immen, welche harte Pflanzenstoffe, Früchte u. s. w. fressen, pflegt nicht sehr lang zu sein; eine desto größere Ausdehnung erlangt dieselbe bei denjenigen, welche sich von Pflanzen-

säften oder von den Säften ermordeter Thiere ernähren; sie ist bei diesen bald einfach fadenförmg, bald blattartig getheilt, so daß man zu jeder Seite der mittleren Hauptzunge eine kürzere Nebenzunge wahrnimmt, dabei meistens rauh behaart. An jeder Seite des Kopfes steht ein großes zusammengesetztes Auge, zwischen beiden aber auf der Stirne (meistens) drei einfache sogenannte Punktaugen.

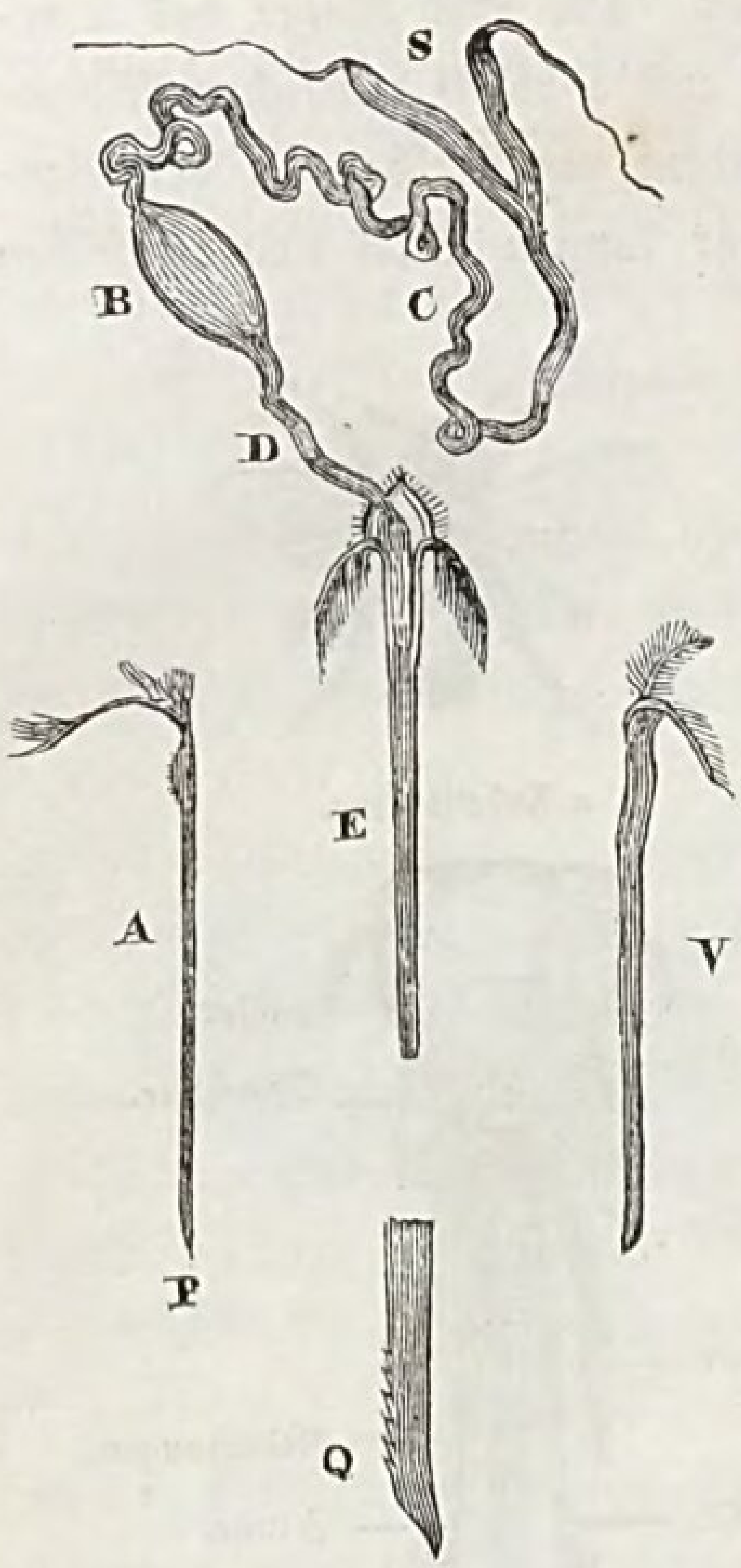


Fig. 651.

Der Giftapparat der wilden Biene (Anthophora retusa), 12fach vergrößert. *S* Giftabsonderungsdrüsen; *C* Ausführungsgang; *B* Ansammlungsblase; *D* Abflußkanal; *E* der Stachel in der Scheide; *A* derselbe allein von der Seite; *P* die Spitze; *Q* die Spitze derselben, sehr stark vergrößert, mit der Widerhakensäge; *V* die Scheide von der Seite.

Der Hinterleib der Weibchen ist verlängert und bildet eine, mitunter lang ausgestreckte spitzige Röhre den sogenannten Legestachel (Fig. 651), welcher zum Austritt der Eier dient oder auch zugleich als stechende Waffe gebraucht wird und einen Giftsaft in die Wunde fließen läßt. Dieser Giftsaft durch welchen die Wespen, Ameisen und Bienen andere Thiere zu tödten oder ihnen wenigstens die empfindlichsten Schmerzen zu verursachen im Stande sind, wird von eigenen Drüsen zubereitet, die den harnabsondernden Drüsen mancher Käfer entsprechen. — Alle diese Thiere haben in ihrem Entwicklungsgange eine vollkommene Verwandlung zu bestehen, so daß sie, wie die Käfer, als wurmförmige Thiere aus den Eiern kriechen, später eine Zeitlang im regungslosen Zustande verharren und aus diesem erst als ausgebildete Insekten hervorgehen. Uebrigens ist ihre Lebensweise, welche mit diesem Entwicklungsgange auf das Innigste zusammenhangt, ziemlich verschieden — allemal aber für den Menschen, wie für den ganzen Haushalt der Natur, von höchster Wichtigkeit.

Die Holzwespen (Fig. 652) legen ihre Eier vermittelst eines bohrförmigen Legestachels in die Stämme von Bäumen und Gesträuchern, in welchen die farblose, übrigens einer Schmetterlingsraupe ähnliche holzfressende Larve sich Gänge macht. Diese hat an den drei vordersten Leibesringen hornige Füße, an den sechs hintersten dagegen weiche Hautfüße, und auf dem letzten Ringe einen Dorn über dem After. Sie bildet sich im Holze nach erlangter Reife ein Gehäuse aus Holzspänen und Speichel, liegt darin als Puppe und frißt sich als vollständiges Insekt heraus, oft erst, wenn das Holz schon zu Dielen verarbeitet ist.

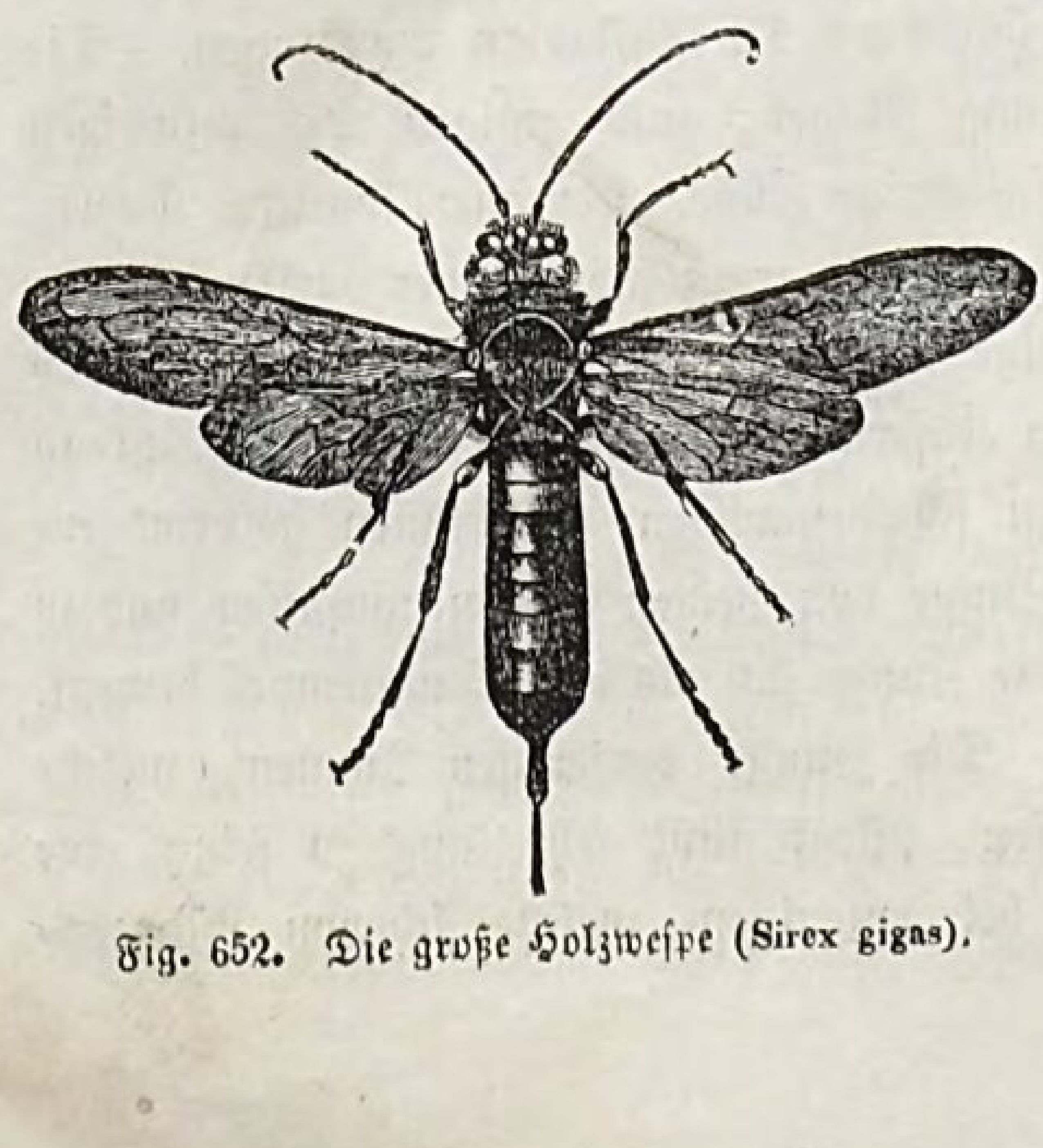


Fig. 652. Die große Holzwespe (Sirex gigas).

Die Blattwespen legen ihre Eier nur an Zweige oder Blätter; ihr Legestachel ist nur kurz. Die Larven dieser

Familie, Afterraupen genannt, leben meistens frei auf Blättern, welche sie fressen, sind gewöhnlich grünlich gefärbt, raupenähnlich, mit drei hornigen und acht häutigen Fußpaaren versehen, so daß nur dem vierten Ringe solche fehlen. Dieselben schaden besonders den Nadelhölzern. Die Afterraupen der Kiefernblattwespe (Lophyrus pini), welche sich in manchen Jahren unbeschreiblich vermehrt, verwüsten mitunter ganze Waldungen. Sie leben brutenweise gesellig, spinnen sich im Herbste unter dem Moose des Waldgrundes aus Schleimfäden ihres Mundes ein Gehäuse (Cocon), welches ein papierähnliches Ansehen hat, verpuppen sich darin und schlüpfen nach dem Winter aus. Ihrer ungeheueren Vermehrung hat die Natur merkwürdige Grenzen gesetzt — nach einem Jahre, in welchem die Wälder durch diese Thiere untergehen zu wollen scheinen, verschwinden dieselben oft so plötzlich, daß man Mühe hat, nur ein einziges zu finden. Die Ursache davon sind:

Die Schlupfwespen. Diese, meistens äußerst kleine Geschöpfchen, legen ihre Eier mit Hülfe eines langen Legestachels in Raupen, Maden, Spinnen, Blattläuse und andere Insekten, ja selbst in die Eier von solchen. Die Larven, welche ganz beinlose Maden sind und auch keine Augen besitzen, leben dann in den genannten Thieren von dem Fette derselben, wovon jene keineswegs sterben, da die kleinen Gäste merkwürdiger Weise nie die edleren Eingeweide verletzen; vielmehr geschieht es oft, daß sich die angestochenen Larven noch verpuppen, so daß die Larven der Schlupfwespen sich in den Puppen derselben ausbilden, nämlich ebenfalls verpuppen und dann ausschlüpfen. Erst hiedurch sterben die angestochenen Thiere. In der Afterraupe der Kiefernblattwespe findet man mitunter zahlreiche Schlupfwespenmaden von mehr als zwanzig verschiedenen Arten. Da die Schlupfwespen sich unendlich vermehren können, so lange sie irgend geeignete Thiere für die Absetzung ihrer Eier finden, so sind sie der Vermehrung jeder Thiergattung gewachsen und setzen derselben schnell eine Grenze. Manche Schlupfwespen bringen zwar auch nützlichen Thieren Verderben, wie eine der größten Arten, die Fönusschlupfwespe (Fig. 653), den Honigbienen; während andere äußerst kleine, welche durch Schlüssellöcher und Fensterritzen in die Zimmer zu dringen wissen, in welchen man Seidenraupen zieht, diese letztern mitunter in großer Menge tödten. Allein dieser Nachtheil ist nicht zu vergleichen mit ihrem wichtigen Nutzen, welchen gerade die kleinsten, oft kaum eine Linie langen Arten zu Wege bringen. Manche vertilgen durch Anbohrung und Einbringung von Eiern zahllose Blattläuse — und es gibt wieder noch kleinere, welche in diese Schlupfwespeneier innerhalb des Körpers der Blattläuse ihre kleinern Eier einzubringen wissen, so daß dann innerhalb einer Blattlaus noch eine Made in einer andern sich entwickelt. Andere wieder legen ihre Eier in die Eier gewisser Käfer, z. B. der schädlichen Rüsselkäfer, und zwar eine so große Menge und zugleich von solcher Kleinheit, daß die aus den hiedurch nicht sogleich getödteten Käfereiern sich entwickelnden Engerlingsmaden mitunter fünfzig kleine Schlupfwespenmaden beherbergen



Fig. 653. Die Fönusschlupfwespe (Foenus jaculator).

müssen, durch welche sie schließlich sicher ihren Untergang finden. — In Europa leben allein schon über 1000 verschiedene Arten von Schlupfwespen. Einige derselben haben eine ähnliche Fortpflanzungs- und Entwicklungsweise wie:

Die Gallwespen (Fig. 654). Diese, meistens sehr kleine Thierchen, haben eine äußerst feine Legeröhre, mit deren Hülfe sie ihre Eier in das Gewebe von Blättern und andern zarten Pflanzentheilen legen. Diese Eier sind viermal dicker, als der Legestachel selber, durch welchen dieselben hindurchgehen müssen, was allein dadurch möglich wird, daß sie sehr lang und schlauchartig sind. Das eine Ende dieses Schlauches dringt nämlich leer aus dem Legestachel unter die Haut des Blattes, während das andere Ende, mit der Flüssigkeit gefüllt, noch im Leibe befindlich ist; dann fließt die Flüssigkeit in das bereits gelegte leere Ende hinüber, worauf endlich das Ei vollends gelegt werden kann. Die Wunde, das Vorhandensein des Eies in derselben, und vielleicht ein mit dem Ei eingeflossenes Gift, bringt einen Reiz auf die Organe der Pflanze hervor, so daß die Säfte derselben stark zusammenströmen und ein geschwulstartiger, bald glatter, knolliger, bald moosförmig zotteliger Auswuchs entsteht. Dieser wird Galle oder Gallapfel genannt und enthält eine eigenthümliche Säure, die sogenannte Gallsäure, durch welche die Galläpfel sehr nützlich werden. * In diesen Auswüchsen leben dann die Maden der Gallwespen bis zur Verpuppung und Ausbildung. Uebrigens erzeugt jede Gallwespenart eine besondere Art von Galläpfeln (Fig. 655 — 660), selbst an einer und derselben Pflanze, und fast alle Baumarten unserer Länder, besonders aber diejenigen, welche Kätzchenblüthen tragen, wie die Eichen, Birken, Buchen, Erlen u. s. w. besitzen einige eigenthümliche, nur auf ihnen sich fortpflanzende Gallwespenarten.

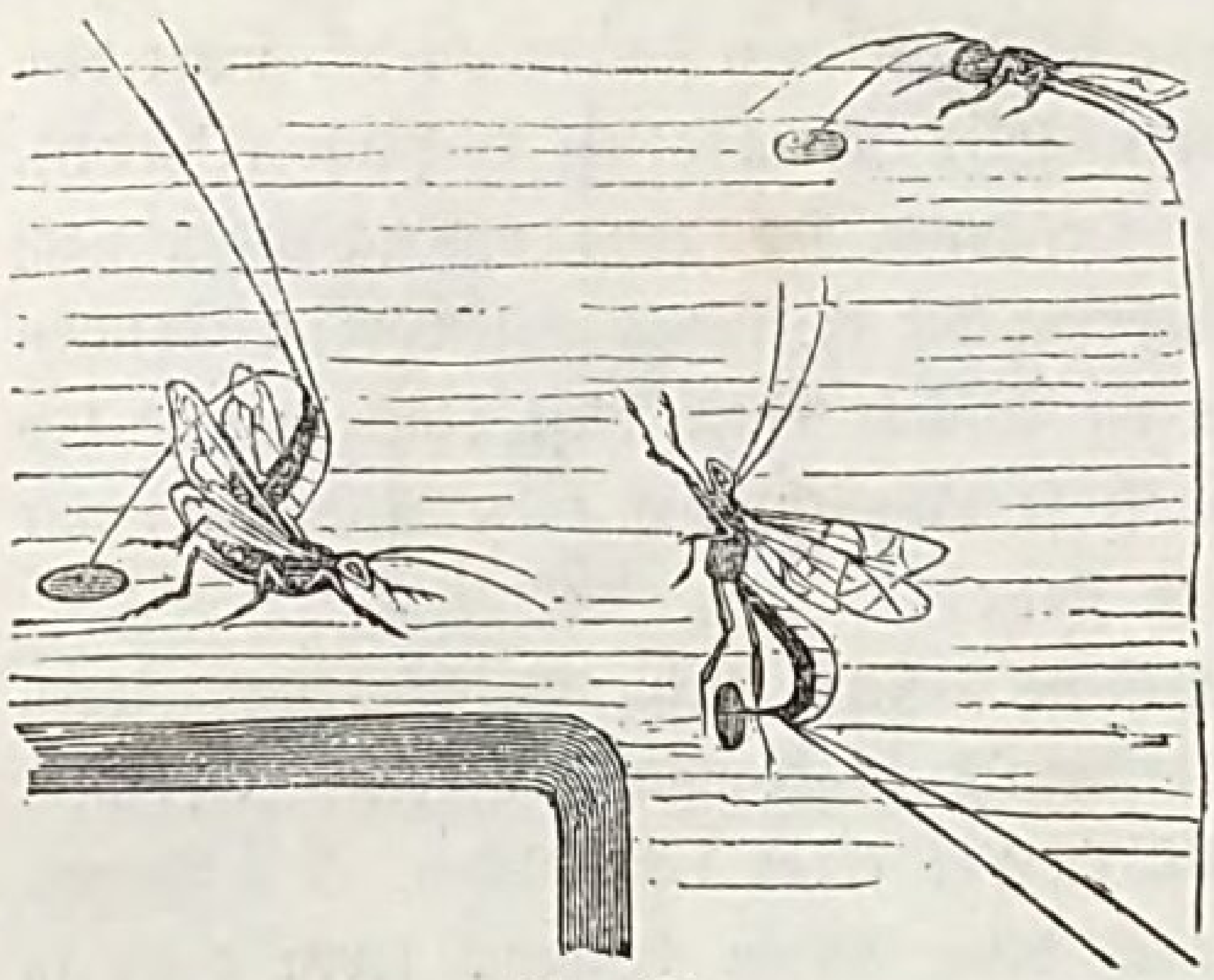


Fig. 654.
Gallwespen; vierfach vergrößert.



Fig 655. Galläpfel auf Eichenblättern.



Fig. 656. Galläpfel auf Eichenzweigen.

* Die gewöhnliche Tinte ist gallsaures Eisenoxyd und wird bereitet aus Gallapfelsaft und Eisenvitriol mit einem Zusatze von Gummi.

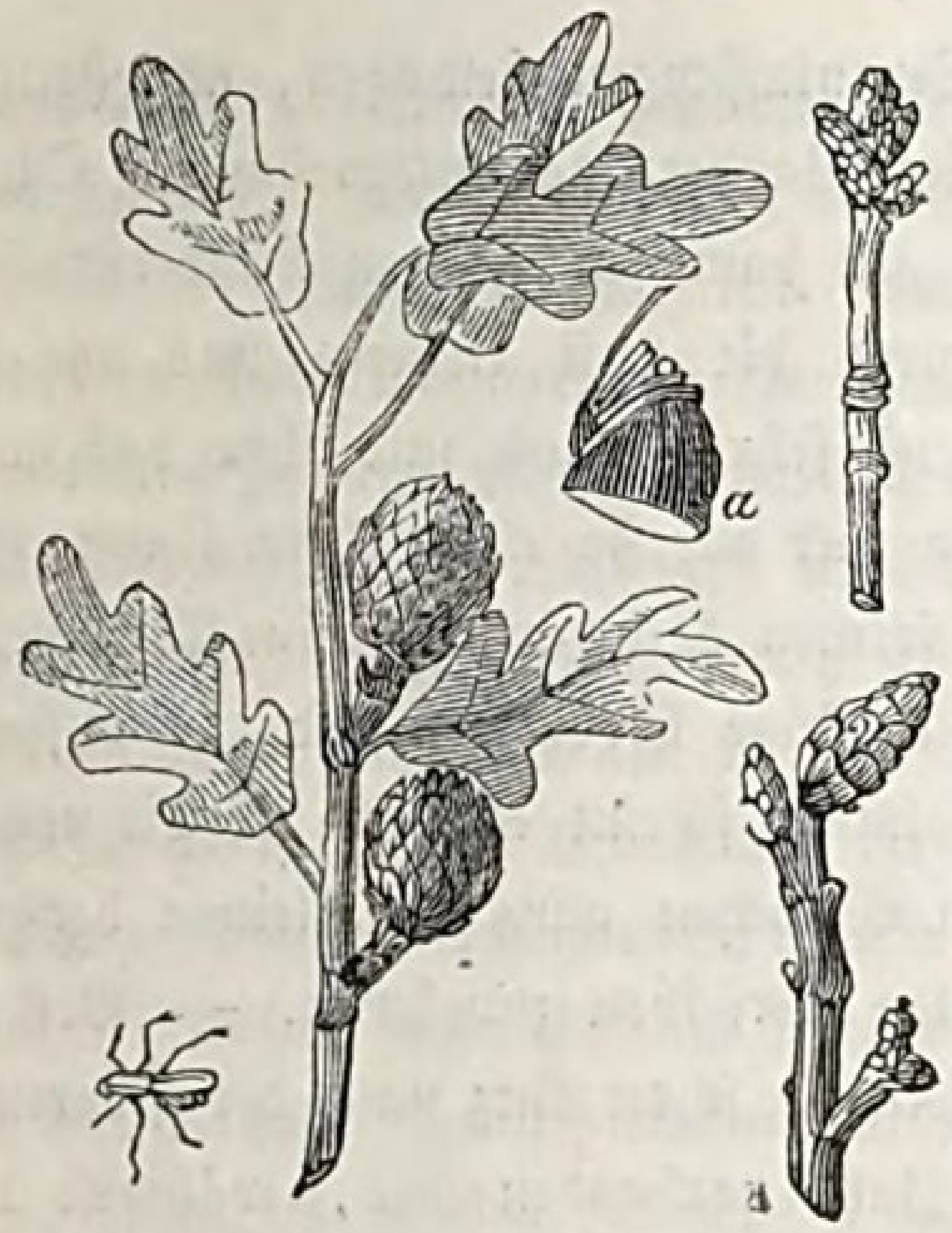


Fig. 657. Galläpfel auf Eichenknospen.
a Hinterleibsende und Legestachel der Gallwespe.

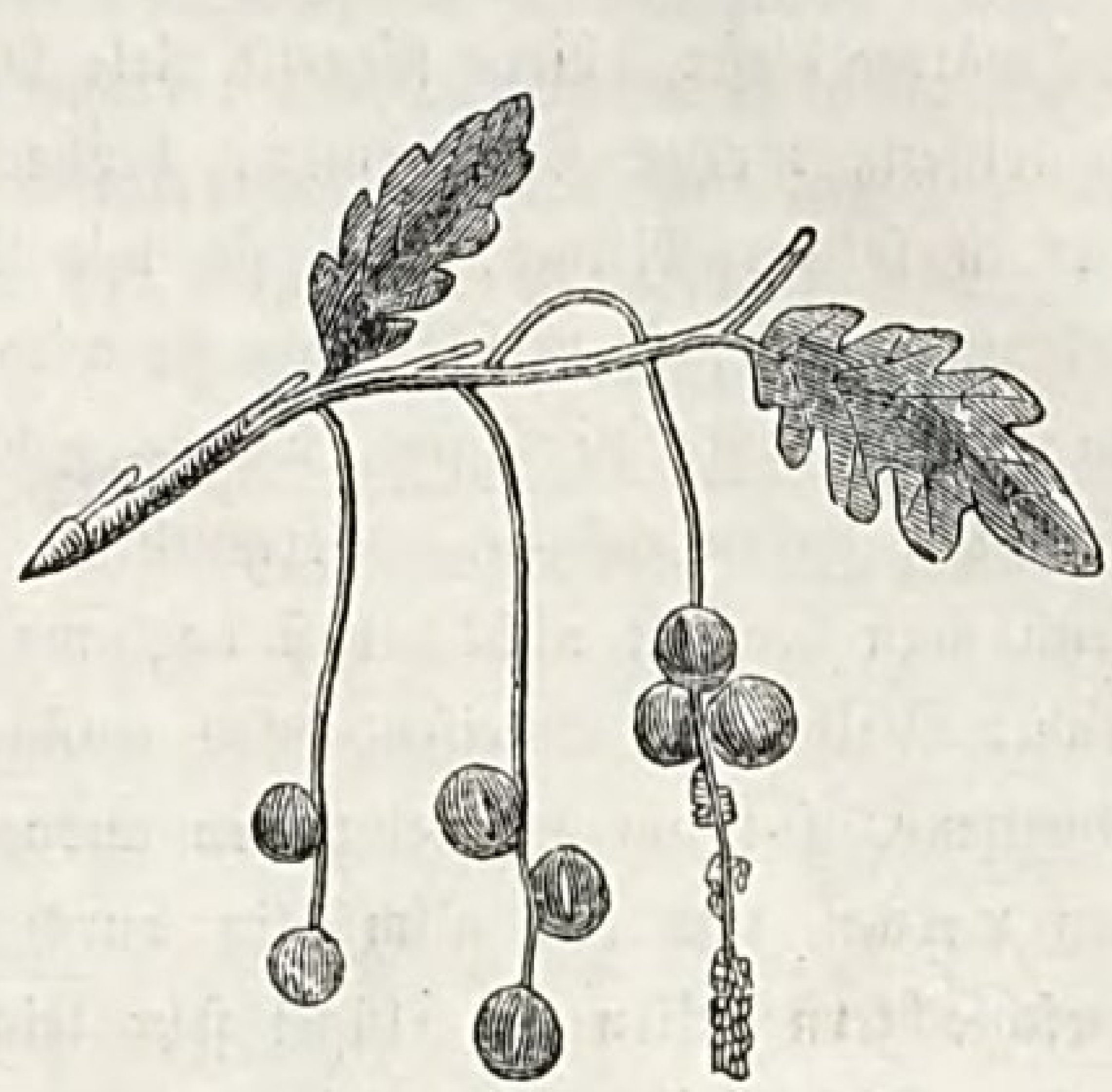


Fig. 658. Galläpfel auf Eichenblüthenkätzchen.

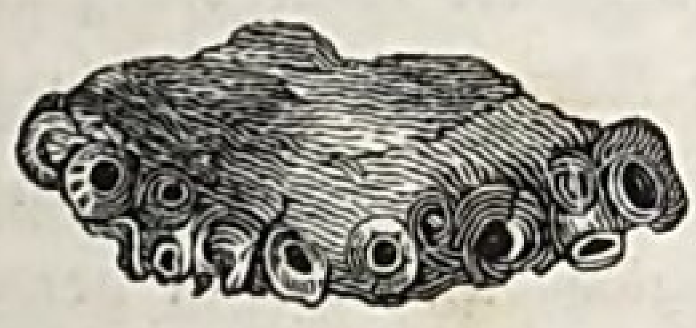


Fig. 659. Galläpfel auf Eichenwurzeln.



Fig. 660. Galläpfel auf Rosenzweigen (Bedeguar oder Schlafapfel).

Die Raubwespen, zu welchen die Ameisen, sowie die gemeinen Wespen und Hornissen zu rechnen sind, zeichnen sich durch neue eigenthümliche Triebe aus. Die Ameisen bieten eins der wunderbarsten Beispiele gesellig lebender und zu gemeinsamen Arbeiten vereinigter Thiere dar. Die gemeinsamen Baue derselben sind unter dem Namen Ameisenhaufen allgemein bekannt. In einem solchen wohnen viele Tausende dieser kleinen Geschöpfe beisammen, unter denen man nach der Größe einen dreifachen Unterschied bemerkt. Die größten sind die Weibchen, deren Leib zur Legezeit wohl viermal dicker ist, als bei den andern Ameisen. Kleiner, besonders auch mit kleinerem Kopfe und schwächeren Kiefern versehen, sind die Männchen, deren Augen aber verhältnißmäßig größer sind. Die kleinsten Ameisen einer Gesellschaft sind die sogenannten Arbeiter oder Geschlechtslosen, welche jedoch eigentlich als Weibchen mit geringerer Ausbildung des Körpers und meistens völlig unentwickelten Eierstöcken zu betrachten sind. Diese haben einen sehr großen Kopf und sehr starke Oberkiefer; ihnen fehlen oft die drei einfachen Punktaugen vor der Stirn. Sie sind es, welche wirklich alle Arbeiten in Vorrichtung des Baues und in der Pflege der jungen Brut ganz allein ausführen. Die Männchen und Weibchen tragen, wenn sie so eben ihren Entwicklungsgang vollendet haben, sehr große, äußerst zarte und glashelle Flügel. So erscheinen sie im Frühling oder Sommer, erheben sich dann in die Luft und begatten sich im Fluge. Manchmal kommt es

vor, daß zu solchen Zeiten, durch unbekannte Veranlassungen bewogen, ungeheuere Schwärme dieser Thiere fliegend viele Meilen weite Wanderzüge unternehmen. Ohne zu wissen, woher sie kommen, beobachtet man sie dann in ganzen Länderstrecken und in solcher Menge, daß sie wie Wolken durch die Luft ziehen, und wie sie gekommen sind, so verschwinden sie wieder, meistens sehr plötzlich und ohne daß man im Stande wäre zu sagen, wo sie geblieben sind und wie sie etwa ihren Untergang gefunden haben mögen. Vermuthlich sind bei solchen Schwärmen keine Weibchen; denn man bemerkt nicht, daß da, wo dergleichen Züge beobachtet sind, in auffallender Weise neue Ameisenhaufen entständen. Vielmehr scheint es, als ob die neuen Ameisenhaufen nur von einzelnen ausgewanderten Weibchen ganz im Kleinen begonnen werden und erst allmählig durch die Bruten derselben zunehmen. — Beiden Geschlechtern fallen die Flügel sehr leicht und meistens schon kurz nach der Paarung aus. Die Weibchen, welche nur in geringer Zahl vorhanden sind, während die Geschlechtslosen die allergrößte Mehrzahl der Gesellschaft ausmachen, legen jedes mehre Tausende von Eiern. Dieses geschieht zum Theil schon im Herbste, meistens aber erst mit Beginn des nächsten Frühjahres, und dauert dann bis zum Ende des Sommers fort. Die Eier sind sehr kleine, weiße Körnchen, welche in den unterirdischen Kammern des Ameisenhaufens abgelegt werden und aus welchen sich schon nach 10 bis 14 Tagen eine kleine weiße Engerlingsmade, mit drei hornigen Fußpaaren, entwickelt. Diese Maden werden in den Höhlungen des Baues von den Arbeitern gefüttert und sind so unbeholfen, daß sie sich durch eigene Kraft nicht von der Stelle bewegen können. Sie nehmen ganz allmählig eine den Ameisen ähnlichere Gestalt an, liegen übrigens immer dann einige Zeit zusammengezogen, als regungslose Puppen da und werden in diesem Zustande, wo man sie fälschlich „Ameiseneier" zu nennen pflegt, von den Arbeitern häufig an die Oberfläche getragen und an warme Orte gelegt. Manche Maden spinnen sich, um sich zu verpuppen, eine weiße oder gelbliche Hülle, welche aber später von den Arbeitern zerbissen wird, um die Puppe herauszunehmen und zeitweise an die Sonne zu bringen. Zuletzt befreit sich das völlig entwickelte Thier noch einmal von seiner Haut, färbt sich dann gelb und endlich braun oder schwarz. Die Ameisen sind äußerst gefräßig und bissig, besitzen zu ihrer Vertheidigung noch einen besondern sauren und ätzenden Saft, die Ameisensäure, welche die Weibchen, und zwar sowohl die wirklich ausgebildeten, als die verkümmerten sogenannten Geschlechtslosen, durch ihren Lege- und Wehrstachel in die gestochenen oder gebissenen Wunden ihrer Feinde bringen, und welcher auf der Haut des Menschen einen äußerst heftig nesselnden Schmerz hervorruft. Einige Arten bauen in hohlen Bäumen oder unter Steinen. Aber die meisten machen sich besondere Baue mit zahllosen Zellen und Gängen in der Erde, oft mehre Fuß tief, und mit darüber aufgeschichteten Tannennadeln, Holzstückchen u. s. w. Von diesen Bauen gehen bestimmte und eigends gebahnte Wege aus, auf denen sogar das Gras weggeräumt wird, und welche oft lange Strecken weit ganz nahe unter der Oberfläche oder in offenen Furchen dahin laufen, auch an Bäumen und menschlichen Wohnungen emporsteigen. Für den Naturfreund ist die Beobachtung der in diesen Wegen hin und her eilenden Ameisen von hohem Interesse. Keine Beschreibung genügt, eine Vorstellung zu geben von den mannigfaltigen und stets mit der bewundernswürdigsten Ordnung und mit der unbegreiflichsten Ueber-

einstimmung aller der zahllosen Mitglieder eines Ameisenstaates vollführten Arbeiten, welche theils auf Gewinnung der Nahrung, theils auf Pflege der Nachkommenschaft, theils auf Vergrößerung des Baues und Vertheidigung desselben abzielen. Zur größten Wohlthat werden die Ameisen durch die Vertilgung einer Menge von Insekten, besonders Raupen und andern Larven. — Diejenigen von ihnen, welche den Winter überdauern, bringen diese Zeit in den tiefern Theilen des unterirdischen Gebäudes zu. — Bemerkenswerth ist, daß es in Südamerika eßbare Ameisen gibt, welche den Eingeborenen in der Gegend des Rio Negro in einem großen Theile des Jahres zur Hauptnahrung dienen und zu diesem Zwecke in Beuteln, zu einem Teige geknetet, aufbewahrt werden. Bei uns ist die Ameisensäure, welche übrigens die Chemiker auch künstlich zu bereiten wissen, ein wichtiges und in rohester Form beim sogenannten Ameisenbade angewandtes Heilmittel.

Die eigentlichen Wespen bauen sich gesellig Wohnungen aus zernagtem Holze, welches sie mit klebrigem Speichel zu einer feinen löschpapierartigen Masse verarbeiten und dann zum Baue ihrer kunstreichen Nester verwenden. Das Weibchen beginnt, ganz einsam und auf sich beschränkt, im Frühjahre den Bau mit einigen sechseckigen, oben offenen Zellen, welche denen der Bienen in der Form gleichen; die ersten stehen auf einem gestielten, an Bäume, Mauern u. s. w. angehefteten Schüsselchen. In diese ersten Zellen legt die Wespe Eier, eins in jede Zelle, woraus sich durch die Verwandlung unausgebildete Weibchen, d. h. Arbeiter, entwickeln, welche den Bau sogleich weiter fortsetzen. Mehre durch Stützen von einander gehaltene Zellenstockwerke werden von dieser Gesellschaft in der Weise über einander gesetzt, daß die mittlern Stockwerke den größten Umfang haben. Das Ganze (Fig. 661) ist von zahlreichen, blättrigen Hüllen umgeben und meistens kugelförmig. Manchmal bauen die Wespen solche Nester auch in Erdlöcher. Die in den spätern Zellen sich entwickelnden Wespen sind theils Männchen, theils vollkommene Weibchen, sie erreichen ihre Ausbildung im Herbste und begatten sich dann. Beim Beginne des Winters sterben alle Arbeitswespen und Männchen und nur einzelne Weibchen leben zum nächsten Frühlinge hinüber. — Einen merkwürdigen Trieb haben die Grabwespen. Dieselben nähren sich in ihrem vollkommenen Zustande wie die gemeinen Wespen, vom Nektarsafte der Blüthen und von Früchten; ihre Larven jedoch sind fleischfressend. Die Weibchen legen daher in die Erdlöcher, welche sie als Nester für ihre Brut graben, jedesmal neben ein Ei den Körper einer Spinne oder Raupe, welche sie vorher mit

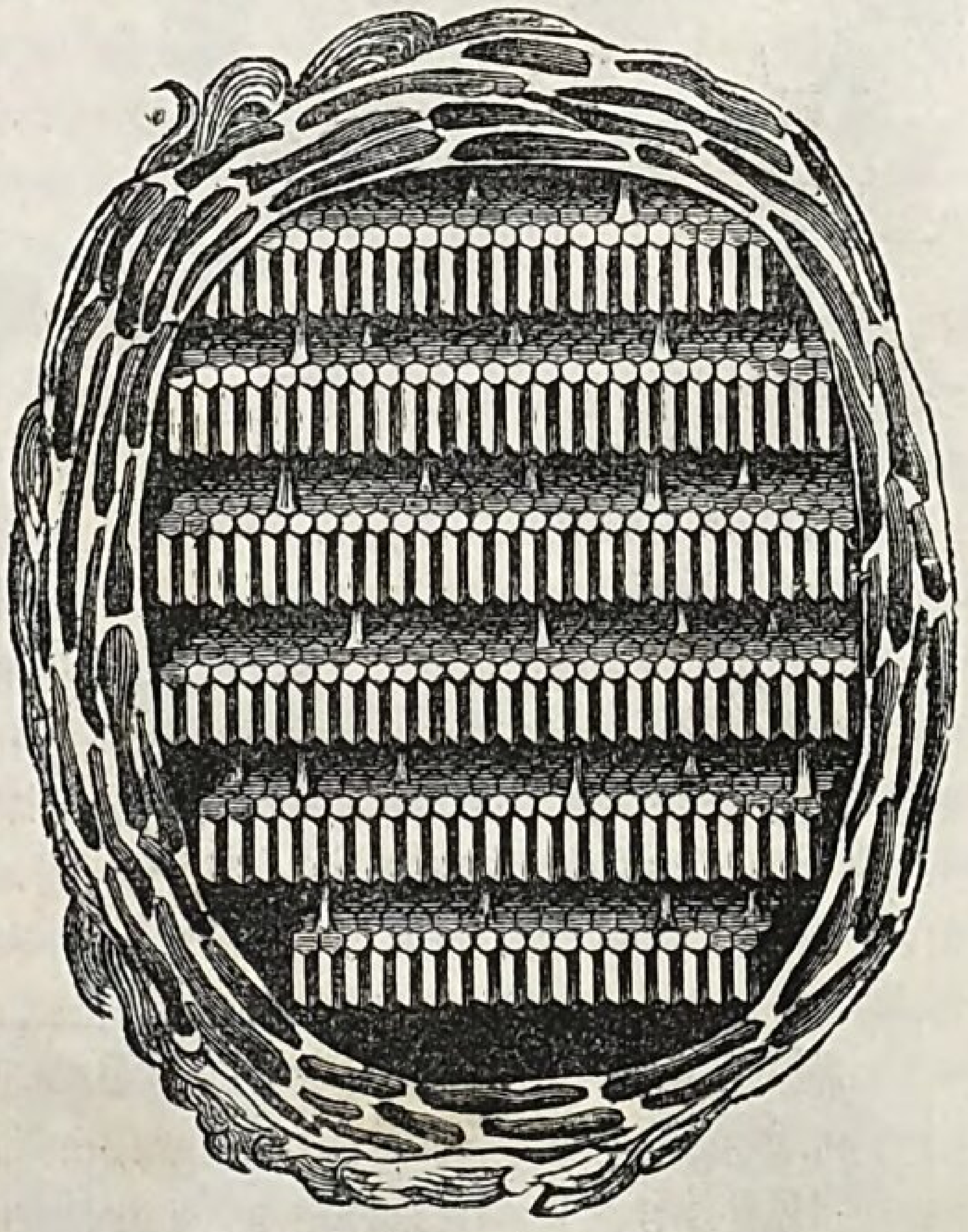


Fig. 661.
Ein Wespennest durchschnitten; — in halber Größe.

ihrem Stachel getödtet haben. Ganz ähnlich verfahren die Holzbienen (Fig. 662 und 663), welche für ihre Brut Zellen im Holze ausbohren. Die Blumenwespen, zu welchen, außer den eben genannten Holzbienen, die Hummeln, Rosenbienen, Mauerbienen und Honigbienen gehören, sind alle durch ihre Triebe sehr merkwürdig. Die Hummeln (Fig. 664) bauen Gruppen einzelner eiförmiger Zellen in Erdlöchern. Die Rosenbienen oder Blattschneider (Fig. 665) fügen solche aus Blattstücken zusammen, welche sie höchst kunstreich ausschneiden. Die Mauerbienen bauen an Mauern und Felsen aus zahllosen Sandkörnchen, welche einzeln herbeigetragen und mit Speichel angeleimt werden, ein Gehäuse (Fig. 666) mit einigen Zellen, welches oft kaum von dem Mörtel der Gebäude zu



Fig. 662. Die Holzbiene (Xylocopa violacea).

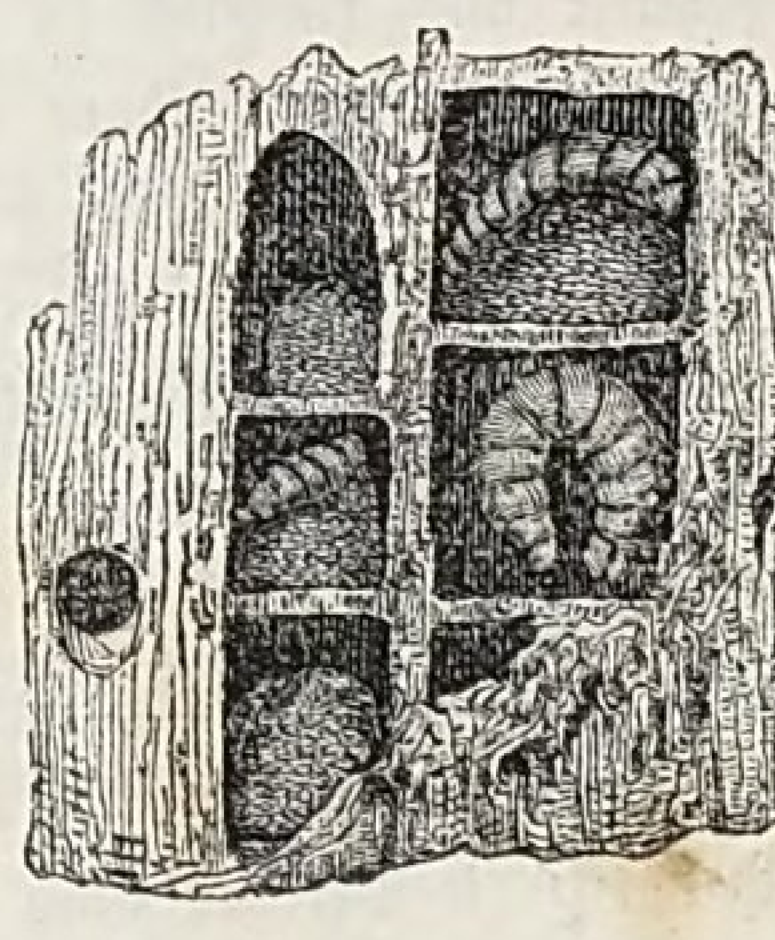


Fig. 663. Das Nest derselben mit den Maden.



Fig. 665. Die Rosenbiene oder Blattschneiderin (Megachile centuncularis) mit ihrem Baue.



Fig. 664. Der Erdhummel (Bombus terrestris).

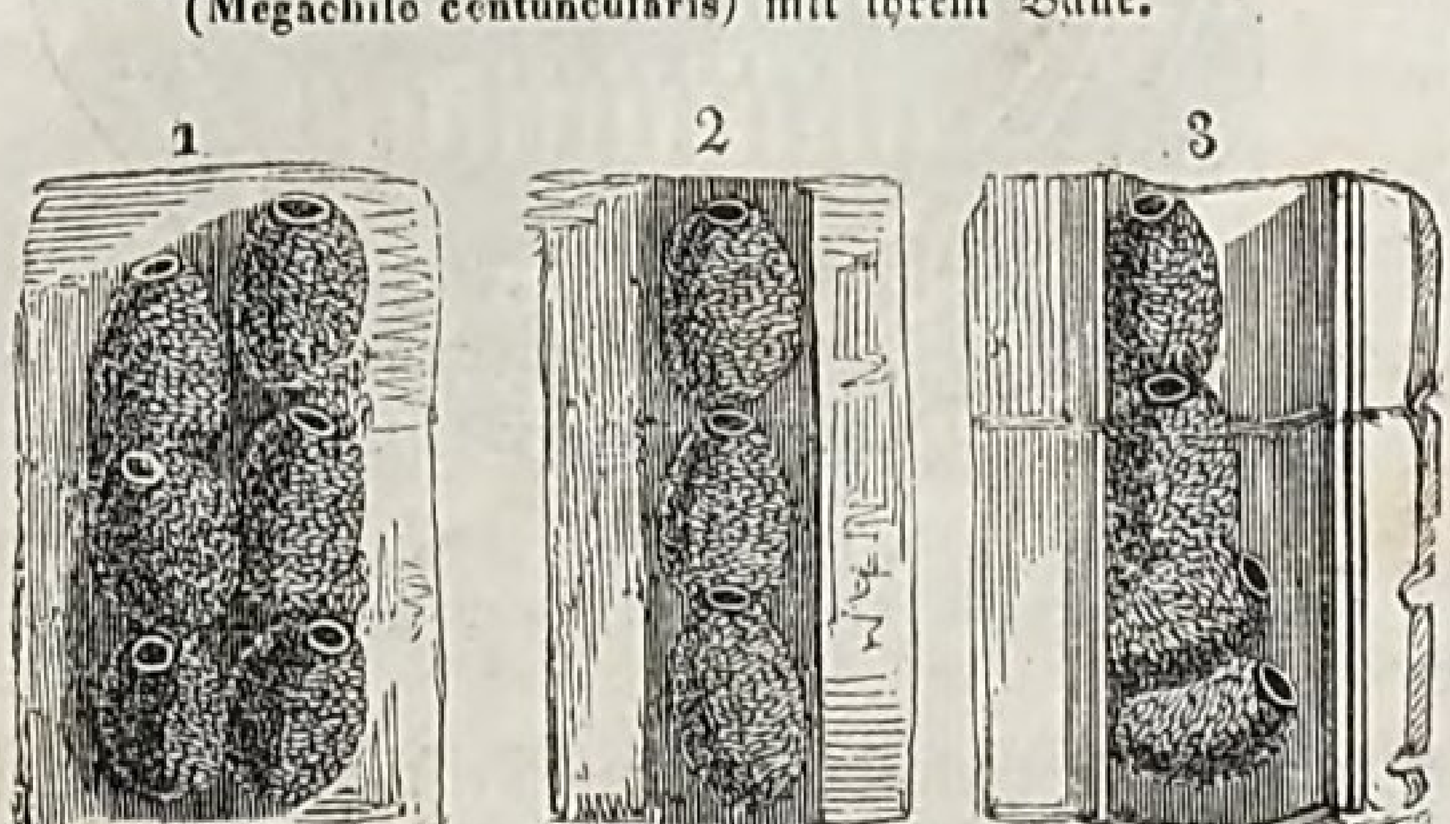




Fig. 667. Eine Arbeitsbiene

Fig. 666. Zellen von Mauerbienen. — 1 und 2 von Osmia bicornis zwischen Ziegelsteinen; 3 von Megachile muraria in den Reifen eines Pilasters; halbe Größe.

unterscheiden ist. Die **Honigbienen** (Fig. 648) gehören zu den wichtigsten und nützlichsten Insekten. Dieselben bauen sich in der Wildniß in hohlen Bäumen oder Erdlöchern an; doch ist es dem Menschen gelungen, sich diese Thiere als Hausthiere zuzueignen, indem er ihnen durch zweckmäßig eingerichtete Körbe bequeme Gelegenheit zur Errichtung ihrer Baue darbietet. In jedem Bienenkorbe besteht die Mehrzahl der Bienen aus Arbeitern (Fig. 667), verkümmerten Weibchen, mit sehr großen Freßwerkzeugen. Sie tragen den durch die Unterkiefer und die Zunge gebildeten Saugrüssel, wenn sie ihn nicht gerade gebrauchen, nach dem Vorderleibe zurückgebogen. Die **Hinterbeine** (Fig. 668) dieser Thierchen sind eigenthümlich gebildet. Die Schienbeine derselben sind nämlich auswendig kahl und haben gegen das Ende eine Vertiefung, welche man das Körbchen nennt, weil dasselbe ihnen zur Einsammlung der, in Blüthenstaub bestehenden, Nahrung ihrer Brut dient. Die Seitenränder sind mit langen, die Innenseite ist mit kurzen Härchen besetzt. Das sehr breite erste Fußglied trägt 7 bis 10 Querreihen von Haaren. — Nur **ein** vollkommenes, mit ausgebildetem Eierstocke versehenes Weibchen ist in jedem Stocke; man nennt dasselbe die **Königin** (Fig. 648 a).

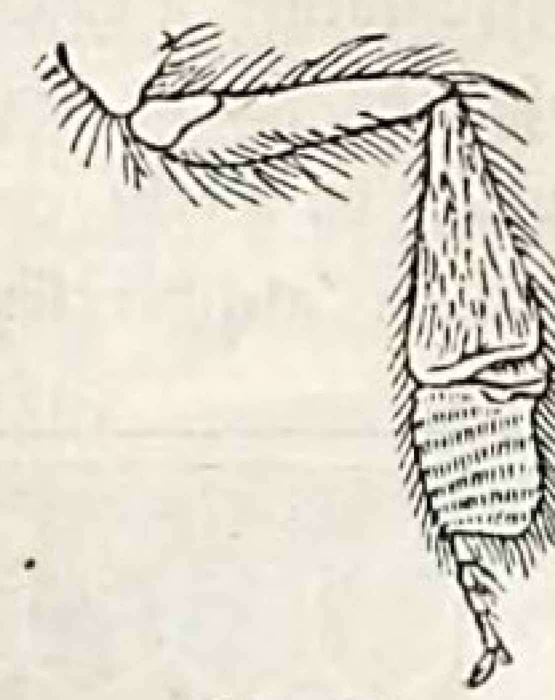
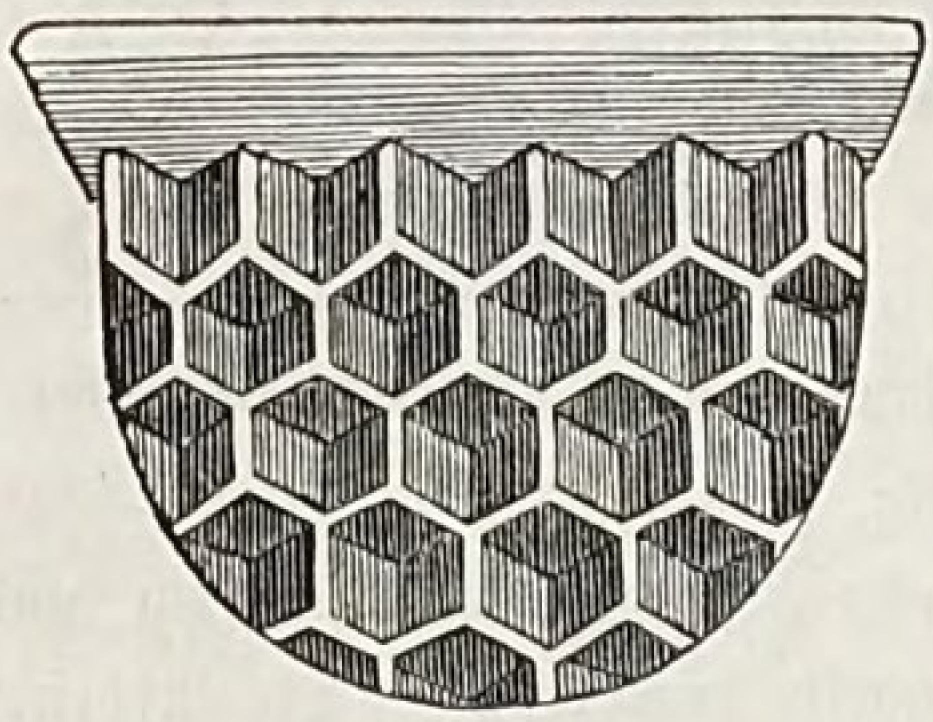


Fig. 668.
Das Hinterbein einer Arbeitsbiene.

Diese ist den Arbeitern sehr ähnlich, aber größer und besonders mit längerm und spitzerm Hinterleibe versehen, welcher unter den Flügeln hervorragt. Die Arbeiter und die Königin besitzen einen Stachel, welcher bei letzterer zum Eierlegen dient. Die **Männchen** der Bienen werden Drohnen (Fig. 648 b) genannt, sind an Größe der Königin gleich, nur daß ihr Hinterleib von den Flügeln überragt wird, haben aber keinen Stachel und nicht die oben beschriebene Einrichtung der Hinterbeine. In einem Stocke sind mitunter gegen 1000 derselben, zu anderer Zeit nur sehr wenige.

Der große Nutzen, welche die Bienen dem Menschen bereiten, besteht in der Zubereitung von **Honig** und **Wachs**. Den **ersteren** sammeln sie eigentlich nur ein und häufen ihn zu ihrer eigenen Winternahrung in ihren Bauen an; sie saugen denselben aus den Blüthen fast aller Pflanzen, verschlucken ihn stets und würgen ihn, in ihren Stock zurückgekehrt, zur Aufbewahrung wieder aus. Das **Wachs** wird von den Thierchen in ihrem Magen aus dem von ihnen genossenen Honigsafte selber bereitet. Jede Arbeitsbiene hat innerhalb jedes Ringes im Hinterleibe zwei Täschchen, in denen sich das Wachs aus dem Innern absondert, worauf es in Form von Blättchen zwischen den Ringen hervorkommt. Durch genaue und sorgfältige Versuche hat man gefunden, daß eine Biene aus zwanzig Theilen reinen, wachsfreien Honigfutters einen Theil reinen Wachses erzeugt. — Eine Bienenbrut verläßt im Frühling gewöhnlich den Stock, welcher ihre Wiege war. Bei einem jeden solchen ausziehenden Schwarme befindet sich nur eine einzige Königin. Es gibt Jahre, wo wegen der rauhen Frühlingswitterung selbst von großen Bienenständen nicht ein einziger Stock schwärmt; andere, wo bei schöner Witterung und Ueberfluß an Nahrung mancher Stock vier Schwärme nach einander gibt. Der **erste** Schwarm wird der **Vorschwarm** genannt und ist in der Regel der stärkste. Die andern heißen **Nachschwärme** und folgen in sieben, höchstens neun, die letzten wohl gar in zwei Tagen hinter einander. Allemal lassen die Bienen in einem Stocke nur so viele Königinnen aufkommen, als zur Begleitung der abgehenden Züge erforderlich sind;

die andern werden todtgestochen. Die Bienenwirthe wissen den schwärmenden Zügen nachzugehen und haben, da ein jeder solcher sich in geringerer oder größerer Entfernung in einem dichten Haufen niederzulassen pflegt, meistens geringe Mühe, die ganze Gesellschaft in einen neuen Korb einzufangen, worauf in diesem ein Bau zur Zucht von Jungen und zur Auffammlung von Nahrung begonnen wird. Nachdem die Bienen, und zwar auch hier wieder ausschließlich die sogenannten Arbeiter, jede etwa vorhandene Oeffnung des Korbes, mit Ausnahme eines Flugloches, sorgsam mit dem sogenannten Bienenbrode, einer Art Harz, welche sie von den Knospen verschiedener Bäume, zumal der Pappeln, einsammeln, verklebt haben, bauen sie, oben im Korbe beginnend, zellige Scheiben, welche Waben genannt werden, und welche im Korbe eine senkrechte Lage haben und alle genau in der gleichen Richtung und in gleicher Entfernung von einander stehen. Jede Wabe (Fig. 669) ist so beschaffen, daß ihre beiden Seitenflächen sehr zahlreiche, wohl 9000, Zellenöffnungen zeigen. Jede Zelle liegt wagrecht, ist genau regelmäßig sechseckig, an einem Ende offen, am andern geschlossen, und jede der andern völlig gleich. Eine gemeinsame Scheidewand in der Mitte der Wabe bildet den Boden der Zellen beider Seiten, doch so, daß der Boden jeder Zelle nicht eine gerade Fläche, sondern eine dreiflächige Vertiefung darstellt und daß die rautenförmigen Flächen des Bodens jeder Zelle der einen Seite allemal zugleich dreien verschiedene Zellen der anderen Seite angehören, indem die Kanten, welche jene drei Bodenflächen mit einander bilden, gerade drei Scheidewände der Zellen der andern Seite berühren. Die Scheidewände der Zellen werden einzig und allein aus Wachs bereitet, und die Bienen bedienen sich bei der Arbeit selbst einzig und allein ihrer Kiefer. Die Königin kriecht von einer fertigen Zelle zur andern und legt in jede ein Ei. Binnen zwei oder drei Tagen entwickeln sich aus diesen die völlig fußlosen Maden, welche von den Arbeitern sorgsam gepflegt und mit Blüthenstaub gefüttert werden, welchen die letztern an ihren Hinterbeinen aus den Blumen oft sehr weit herbeitragen, zuerst selber fressen und in ihrem Kropfe zubereiten und dann erst der Made vorwürgen, die darauf diese ganze Nahrung nur zu ihrer Ausbildung verwendet und nie einen Abgang von sich gibt. Eine mehrmalige Häutung und endlich ein kurzer Puppenzustand, vor dessen Eintritt die Zelle sogar mit einem Deckel verschlossen wird, die Made selbst aber von Innen die Wandungen durch einen Schleimfirniß verstärkt, genügt, um das junge Thierchen nach Verlauf von etwa 19 bis 20 Tagen zur völligen Entwicklung zu bringen. Die ausgekrochene Biene verrichtet dann den Bau der Zellen, die Einsammlung der Nahrung, die Fütterung der Brut sogleich eben so vollkommen, als die älteste. In die schnell wieder geordnete Zelle wird sogleich ein neues Ei gelegt, und dieses wiederholt sich wohl drei- bis viermal in einem Sommer. Viele Zellen werden außerdem mit Honig angefüllt, und zwar schon während sie noch gebaut werden. Dieser Honig dient den Bienen, welche den Winter hindurch am Leben bleiben, zur Nahrung. Einige Zellen, an Zahl wechselnd von 1 bis 4, werden an den Rändern der Waben so angebracht, daß ein größerer


Fig. 669.
Anordnung der Zellen in einer Bienenwabe.

Raum für dieselben bleibt, und werden so groß und stark gebaut, daß wohl mehr als hundertmal so viel Wachs zu einer solchen verwendet wird, als zu den gewöhnlichen. Diese Zellen sind unregelmäßig eiförmig und zolllang. Die in solchen Zellen aus dem Ei schlüpfenden Maden werden reichlicher gefüttert, als die übrigen, und nur aus solchen kann dann ein vollkommenes, zum Eierlegen fähiges Weibchen, eine Königin, sich entwickeln. Wenn übrigens diese Königinnen verunglücken, so tragen die Arbeiter aus einer gewöhnlichen Zelle eine noch unter drei Tagen alte Made in eine solche große Zelle und lassen aus dieser eine Königin werden. So oft eine Königin ausschlüpft sammelt sich um sie ein Schwarm von Arbeitern, um mit ihr den Stock zu verlassen. Drohnen entstehen nur aus einem Theile der letzten Brut, welcher erst im Frühlinge auskriecht. Im Herbste werden sie sämmtlich aus dem Stocke vertrieben und die Königin theilt ihr Schicksal — sie sterben außerhalb des Korbes theils in Folge der erhaltenen Stiche, theils durch die Kälte, gegen welche sie sehr empfindlich sind, sobald ihnen nicht volle Ruhe vergönnt ist. Die Königin stirbt übrigens, sobald sie aufgehört hat Eier zu legen, von selber; ein einziges solches Thier legt täglich im Sommer 500 bis 600 Eier. Die Arbeiter überwintern im Bienenstocke, werden bei jedem warmen Tage munter und fliegen im Sonnenscheine um den Korb. Sie erfrieren nur, wenn sie fliegend in den kalten Schatten gerathen oder in der Kälte aufgereizt werden. Denn in der Ruhe verhalten sie sich wie kaltblütige Thiere, in der Bewegung aber wie warmblütige. Fliegend erzeugen sie so viel Wärme durch die starke Athmung, daß einige Bienen unter ein Glas gesperrt, dieses durch ihre Ruhelosigkeit völlig warm, ja selbst heiß zu machen im Stande sind und endlich selber vor Hitze sterben. — Die außerordentliche Zartheit, Regelmäßigkeit und Genauigkeit der einzelnen Theile eines Bienenbaues und die Mannigfaltigkeit und Zweckmäßigkeit der Verrichtungen der Thierchen hat nicht selten zu den übertriebensten Vorstellungen von höheren geistigen Fähigkeiten, welche die Bienen besitzen sollten, Veranlassung gegeben. Diese Vorstellungen auf das rechte Maß zurückzuführen, dürfte es genügen, zu bemerken, daß alle Fähigkeiten der Bienen sich doch einzig und allein auf die Verrichtungen beschränken, welche seit Jahrtausenden von dieser Thierart und immer zu den nämlichen Zwecken betrieben worden sind; daß die Bienen, allem Anscheine nach, selber von dem Sinne und der Absicht ihrer Verrichtungen keinerlei Bewußtsein haben und daß sie nicht im Stande sind, dieselben auf eine andere, als die in ihrer Natur begündete Weise zu vollziehen. Keine Biene kann in der Mitte einer Wabe andre als sechseckige Zellen bauen; nur Zufall ist es, wenn an den Rändern, durch die Form des Bienenkorbes veranlaßt, dergleichen Unregelmäßigkeiten vorkommen. Keine Biene kann die Zellen in einer andern, als nur in einer bestimmten, mit ihrer eigenen Körpergröße in genauem Verhältnisse stehenden Größe bauen. Die Länge der Fühlhörner und die Stellung derselben scheinen hiebei des Thieres unwillkürlich angewandter Maßstab zu sein; denn diese Organe werden von den Arbeitern beim Geschäfte stets an zwei Zellenwände gelegt. Die Larven in den schon einmal gebrauchten Zellen finden diese, durch den, von ihrer Vorgängerin herrührenden, Firnißüberzug der Wände, enger und bleiben in Folge davon selber etwas kleineren Wuchses; sie bauen dann selber auch etwas engere Zellen. Nach mehrmaliger solcher Wiederholung wird die Abnahme der Größe bei Zellen und Thieren so merklich, daß wirklich die Bienenwirthe durch Ausbrechen

der alten Zellen dafür sorgen, daß nicht ihre ganze Bienenrace sich allmählig verschlechtere. — Es ließen sich noch vielerlei andre Beweise beibringen, welche klar ergeben, wie groß der Unterschied ist, zwischen den bewußtvollen Thätigkeiten des denkenden menschlichen Künstlers und dem maschinenmäßigen Thun eines Insektes. Immerhin aber bleibt gerade die zweckmäßige Anordnung des Instinktes, die wir in den niedrigeren Thierklassen bei genauer Beobachtung überall entdecken, eins der tiefsten Räthsel der Natur, eine reiche Quelle der tröstlichsten Ahnungen für den Denker!

Dritte Ordnung.

Die Schmetterlinge. Lepidoptera.

Die Schmetterlinge (Fig. 670) sind die Vögel unter den Insekten. Wie jene sind sie auf dem ganzen Körper und den Flügeln mit einem Federnkleide bedeckt und entzücken großentheils das Auge durch den herrlichen Schmelz ihrer Farben. Die Federn (Fig. 671) der Schmetterlinge sind freilich mit denen der Vögel nur uneigentlich zu vergleichen; es sind faserig zerschlissene Hautschüppchen, welche

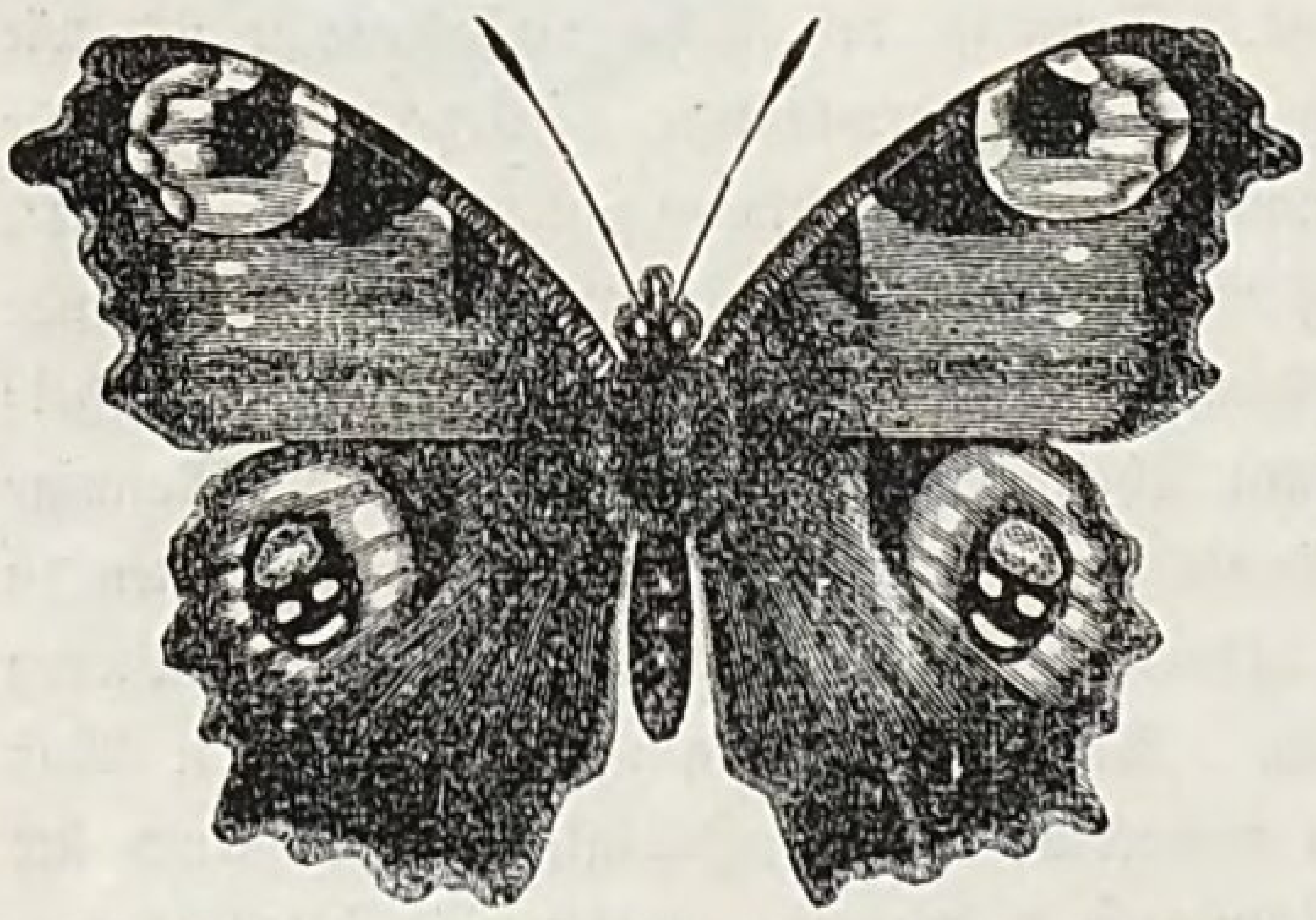


Fig. 670. Das Tagpfauenauge (Vanessa Jo).



Fig. 672. Das Geistchen (Orneodes hexadactylus).

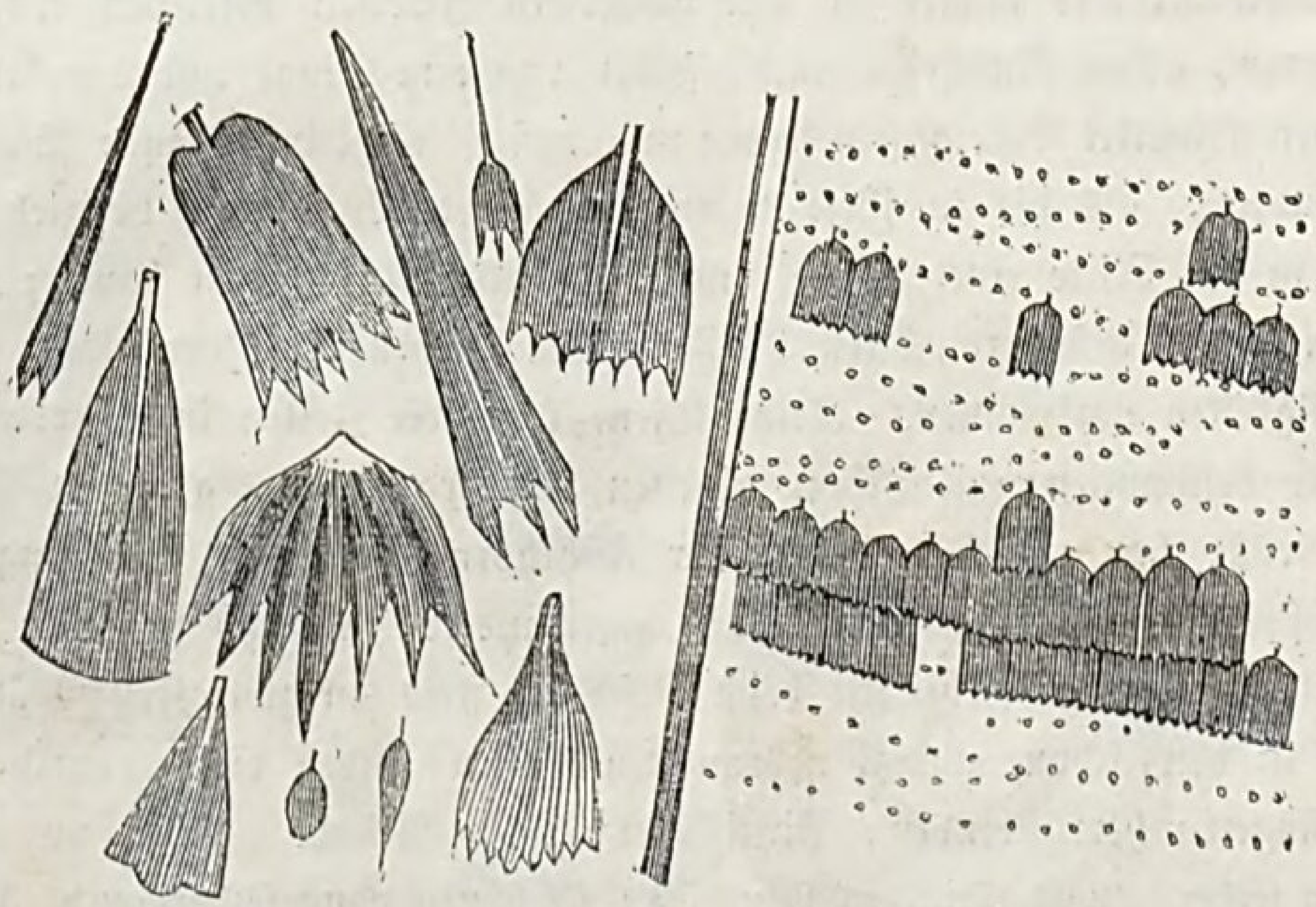


Fig. 671. Schmetterlingsfedern. *

* *a* Einige der gewöhnlicheren Formen 200fach vergrößert. *b* Ein Stück von dem Flügel einer Hesperie (Hesperia Sloani) mit Federn noch theilweise besetzt.

sich aber auf ähnliche Weise in Hauttäschchen entwickeln, wie die eigentlichen Federn der Vögel; auch sind sie meistens so zart und fein, daß sie für das unbewaffnete Auge nur einem mehligen Staube gleichen. Bei aufmerksamerer Betrachtung hat man übrigens eine treffliche Gelegenheit, die nahe Verwandtschaft der verschiedenartigsten Hautgebilde, Schüppchen, Federchen, Haare, Borsten, Stacheln, Hörner, auch in der Klasse der Insekten zu erkennen, ja sogar im Laufe der so leicht zu beobachtenden Entwicklung dieser Thiere die allmähligste Umwandlung der einen Organe in die anderen wahrzunehmen. Haare stehen nie auf den Flügeln, höchstens am Rande derselben, dagegen vorzugsweise am Vorderleibe, wo sie bei inigen Gattungen eine Art von Kragen darstellen. Die Gestalt der Schmetterlinge, obgleich mannigfaltig verschieden, zeichnet sich immer dadurch aus, daß die drei Ringe des Vorderleibes ganz innig mit einander vereinigt sind. Die Flügel, stets vier an der Zahl, sind an ihren Rändern bald geradlinig, bald abgerundet und entweder einfach ganzrandig, oder gezähnelt, eingekerbt, ausgeschweift und manchmal mit langen Spitzen versehen. Bei den Federmotten oder Geistchen (Fig. 672) sind die Flügel vom Rande herein so tief eingeschnitten, daß jeder Flügel aus einer, bei den einzelnen Arten verschiedenen, Anzahl von federförmigen Blättchen besteht, so daß man versucht sein könnte, diesen zarten Geschöpfchen eine größere Zahl von Flügeln zuzuschreiben. — Nur wenige Schmetterlinge entbehren des farbigen Federnstaubes auf einem Theile ihrer Flügel, wie die Glasflügler (Sesia), bei welchen nur die Luftadern derselben mit dieser Zierde bedeckt sind. Die Fühlhörner der Schmetterlinge (Fig. 624 H u. O) sind meistens lang und bestehen aus einer großen bis zu 60 ansteigenden Zahl sehr zarter Glieder, welche bei den verschiedenen Familien, für welche sie mit die trefflichsten Erkennungsmerkmale darbieten, bald gleichmäßig, bald ungleichmäßig, und bald einfach, bald mit ein= oder zweiseitigen Faserblättchen versehen sind, so daß dadurch die Form der ganzen Fühlhörner bald faden= oder borstenförmig, bald keulen= oder kolbenähnlich, bald kamm= oder federnartig erscheint. Die Freßwerkzeuge (Fig. 673) zeigen kaum eine geringe Spur der Oberlippe und der Oberkiefern; während die Unterkiefern zu außerordentlich langen, auf der inneren Seite rinnenartig ausgehöhlten Fäden umgestaltet sind, welche, genau zusammenschließend, eine vollkommene Röhre oder einen Saugrüssel (Fig. 674) bilden. Dieser Rüssel, welchen die Schmetterlinge, wenn sie sich desselben nicht

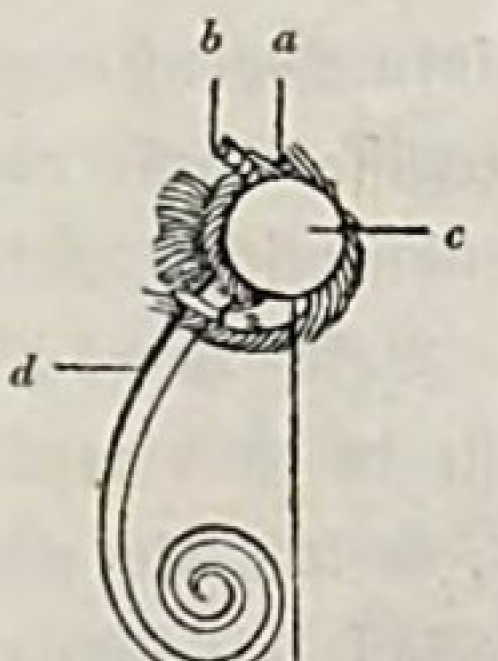


Fig. 673. Die Freßwerkzeuge eines Schmetterlings; doppelte Größe.*

* a Kopf; b Fühler; c Augenballen; d Saugrüssel (Unterkiefer); e Taster.

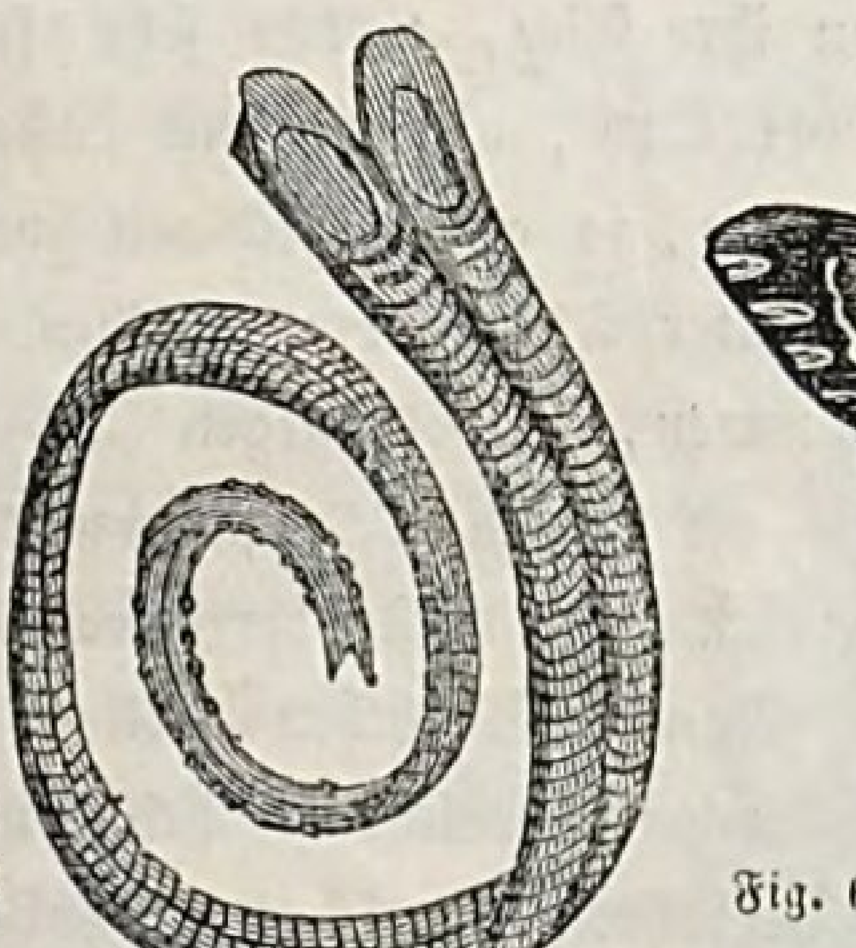


Fig. 674. Die Unterkiefer eines Schmetterlings, stark vergrößert.



Fig. 675. Der Todtenkopfschmetterling. (Acherontia atropos) — ½ d. nat. Gr.

gerade zum Saugen bedienen, spiralförmig wie eine Uhrfeder eingerollt unter dem Kopfe zu tragen pflegen, wird fälschlich auch wohl die „Rollzunge" genannt. Jede Hälfte desselben trägt am Grunde einen sehr kleinen Taster (e). Einigen Schmetterlingen aus der Familie der Spanner fehlt der Rüssel gänzlich. Die Zunge fehlt allen; dagegen ist stets eine deutliche Unterlippe, von dreieckiger Form und mit zwei großen Tastern besetzt, vorhanden. Die Taster sind entweder behaart oder befiedert. — In der Regel haben die Insekten dieser Ordnung, wie die Käfer, nur zusammengesetzte Augen; einige wenige Gattungen machen eine Ausnahme, indem sie außerdem zwei, ganz zwischen den Federchen der Stirn versteckte, einfache Punktaugen besitzen. — Außer dem Schwirren und Schnurren, welches die kurzflügeligeren Gattungen hören lassen, haben sie keine Stimme. Nur der sogenannte Todtenkopf (Fig. 675) gibt einen scharfen Laut von sich, welcher durch ein eigenthümliches, im Kopfe innerlich befindliches, Organ hervorgebracht werden soll. — Das Leben aller Schmetterlinge, dieser meistens so schönen Thiere, ist gewöhnlich sehr kurz und scheint kaum eine andere Bestimmung zu haben, als die der Fortpflanzung. Sie flattern umher, naschen den Honigsaft der Blumen als ihre einzige Nahrung — und es ist sogar wahrscheinlich, daß einige Schmetterlinge nie Nahrung zu sich nehmen — paaren sich und sterben, nachdem sie ihre Eier abgesetzt haben, meistens sogleich. Nur diejenigen Schmetterlinge, welche so spät im Herbste ihre Ausbildung erreichen, daß die Witterung ihre Fortpflanzung nicht mehr verstattet, überleben den Winter an geschützten und verborgenen Orten. Die Männchen und Weibchen sind äußerlich ziemlich verschieden; besonders ist häufig das Weibchen etwas größer, mit dickerem Hinterleibe versehen, und am Ende desselben stärker behaart oder befiedert. Einen Legestachel haben diese Thiere nicht, doch schieben sich bei einigen Arten, wie bei den Weidenbohrern (Cossus), Zünslern (Pyralis) u. a. die letzten, versteckt liegenden Ringe des Hinterleibes zu einer Art Legeröhre heraus. Die Männchen sind zuweilen an den beiderseits bebärtelten Fühlhörnern erkennbar, oder auch an den pinselförmigen Büschelchen am letzten Ringe des Hinterleibes. Bei einigen Schmetterlingsgattungen besitzen die Weibchen entweder sehr kurze Flügel oder sie entbehren derselben gänzlich und haben dann eine ganz seltsame, larvenartige Gestalt. So ist es bei den schädlichen Frostschmetterlingen, welchen merkwürdigerweise die Winterkälte so wenig schadet, daß sie vielmehr gerade erst beim Eintritte des Frostes erscheinen.

Die Schmetterlingsweibchen legen ihre Eier, welche sehr feinen Mohnsamenkörnchen ähnlich sind, stets an bestimmte Orte, allermeistens an gewisse Theile von Pflanzen, und zwar stets mit Bevorzugung, ja gewöhnlich mit ausschließlicher Wahl bestimmter Pflanzenarten, selbst bestimmter Theile von solchen. Bald liegen die Eier in unregelmäßigen Gruppen beisammen, bald dagegen sind sie in einer regelmäßigen Weise zusammengeordnet, wie die der Ringelspinner, welche als eine armband- oder ringförmige, mit gemeinsamem Firniß überkleidete Masse die Zweige der Obstbäume zu umgeben pflegen. Manche Weibchen hüllen ihre Eierhäufchen in eine Decke wolliger Haare und Federchen, welche sie sich mit den Hinterbeinen selber vom Hinterleibe schaben, ein Verfahren, welches in hohem Grade an das Ausraufen der Federn zur Bekleidung des Nestes bei vielen Vögeln erinnert. —

Die Eier der Schmetterlinge zeigen sich innerhalb der Eierstöcke zuerst als

äußerst kleine Keimbläschen; erst allmählig umgeben sich dieselben mit Dottermasse und mit einer Schalenhaut. Dabei verschwindet das Keimbläschen gänzlich. Bei beginnender Entwicklung zeigt sich an einem Punkte der Dotteroberfläche eine Keimbildung, indem Bläschen oder Zellen entstehen, welche, durch Theilung sich vermehrend, eine scheibenförmige Gruppe darstellen. Diese Zellengruppe dehnt sich sodann in einer Hauptrichtung aus, so daß sie bald den Dotter beinahe umfaßt, und dabei zeigt dieselbe randliche Einkerbungen, welche als die erste Spur der zukünftigen Gliederung des Embryo anzusehen sind. In der Mittellinie erscheinen bald die Ganglien durch eine dichtere Masse angedeutet und indem auf der äußeren Fläche des Embryo die Beine, Mundwerkzeuge und Fühler, sowie die Augen sich zu entwickeln beginnen, erkennt man, daß diese Fläche die Bauchfläche des werdenden Thieres, die dem Dotter zugewandte Fläche dagegen die Rückenfläche ist. Diese letztere schließt sich über dem letzten Reste des Dotters. Der Embryo, welcher anfangs eine rücklingsgekrümmte Lage hatte und allmählig erst, mit dem Abnehmen der Dottermasse, in die entgegengesetzte Stellung überging, verläßt die Eihülle sobald das Rückengefäß ausgebildet ist, welches gerade unter der Nahtlinie oder Nabellinie sich bildet, die während des ganzen Lebens am Rücken des Insektes mehr oder weniger deutlich die Stelle bezeichnet, wo der Embryo den Dotter in sich aufgenommen hat. Sobald nämlich die Cirkulation des Blutes durch das Rückengefäß beginnt, nimmt das junge Thier Luft in sich auf und die Eihülle wird nunmehr gesprengt. Bei allen Insekten nicht allein, sondern bei allen Gliederthieren, mit alleiniger Ausnahme der Würmer, geht die Entwicklung der Jungen im Ei in ganz übereinstimmender Weise vor sich; bei allen liegt der Embryo mit der Rückenfläche am Dotter. Bei den Käfern bleibt die Nahtlinie auf dem Hinterleibe besonders deutlich (Fig. 619 k). Die aus den Eiern der Schmetterlinge schlüpfenden Jungen sind die bekannten wurmartigen Thiere, welche Raupen genannt werden.

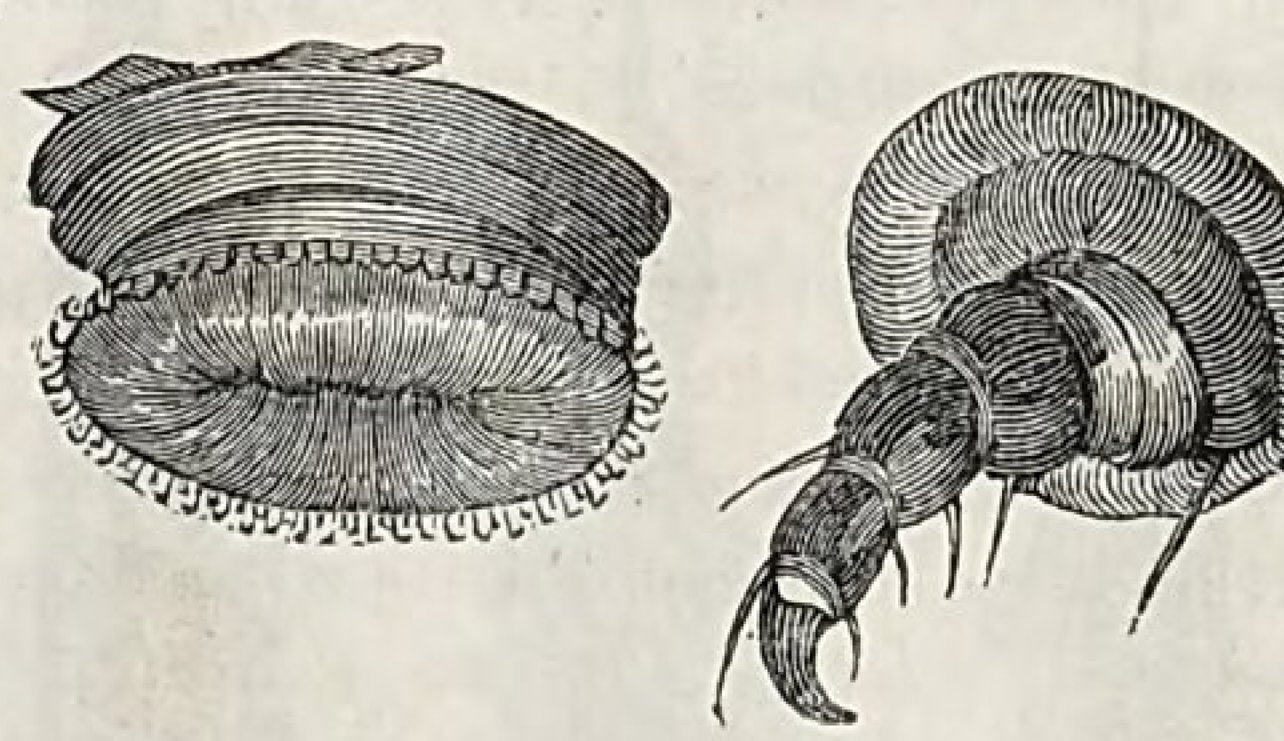


Fig. 676. Raupenbeine 20fach vergrößert. *

* *a* gegliederte; *b* ungegliederte.

Diese haben starke beißende Mundwerkzeuge, sehr ähnlich denen der Käfer und Engerlinge, sechs hornige und klauenartige, gegliederte Vorderleibsbeine (Fig. 676 a) an den drei ersten Körperringen und außerdem noch an den übrigen neun Ringen, vier bis zehn ungegliederte, zapfenförmige, hautige (b), von denen die beiden letzten, welche am Schlußringe des Leibes stehen, besonders plump gestaltet sind und Nachschieber genannt werden. Die ungegliederten Beine haben hohlgewölbte Sohlen, umgeben von einem dichten Kranze feiner, haarförmiger Häkchen. Gewisse Raupen, welchen an den mittlern Leibesringen Beine fehlen, bedienen sich der gegliederten Vorderleibsbeine und der vier

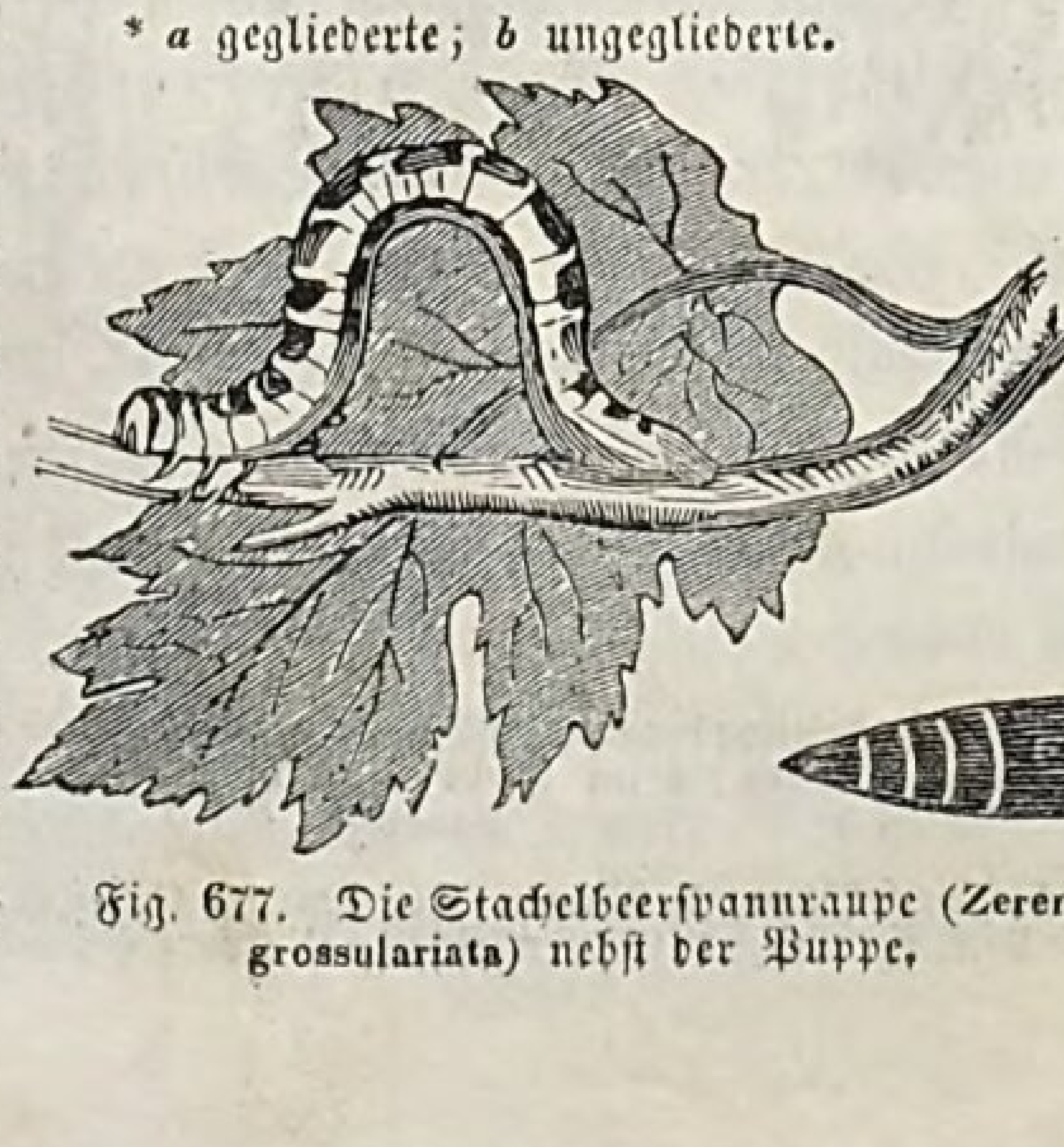


Fig. 677. Die Stachelbeerspannraupe (*Zerene grossulariata*) nebst der Puppe.

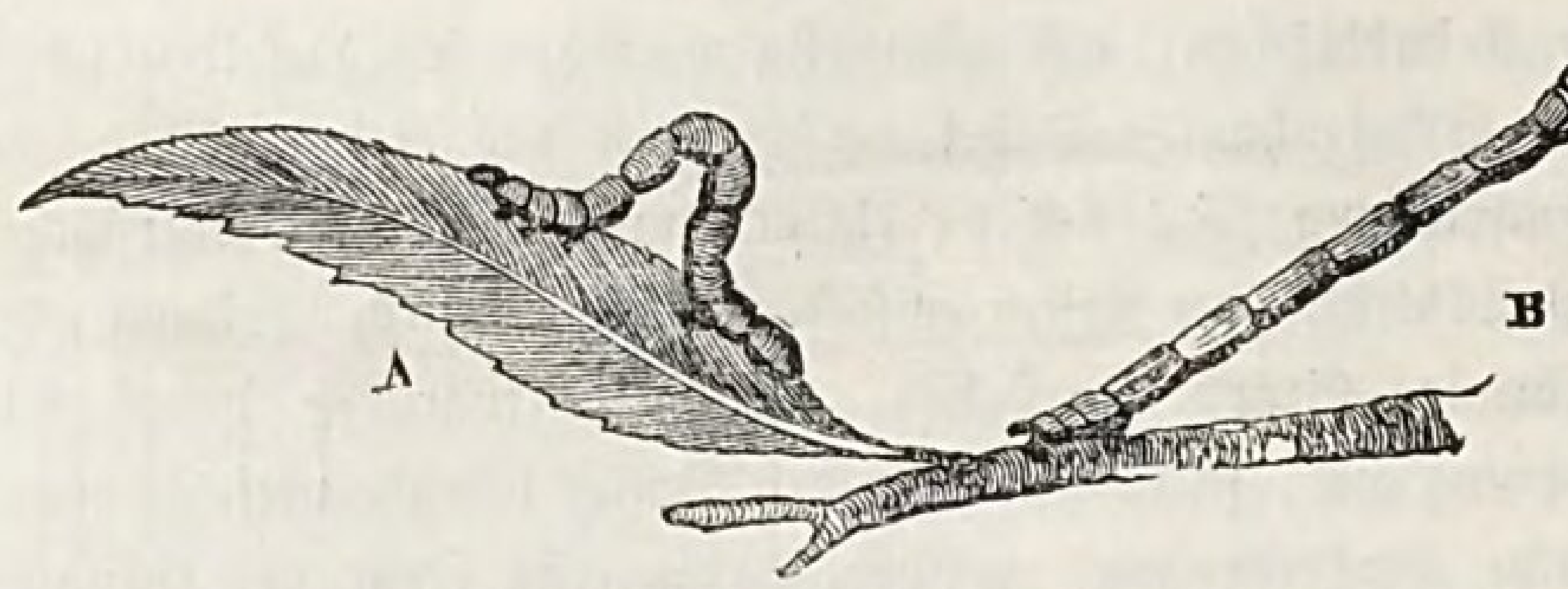


Fig. 678. Eine Stabraupe (Phalæna striaria). A kriechend; B gestreckt.

bis sechs Hinterleibsbeine abwechselnd, um schritt- oder vielmehr satzweise vorwärts zu gehen, wobei sie die mittlern Ringe des Körpers bügelförmig emporkrümmen. Man nennt solche Raupen *Spanner* (Fig. 677). Einige derselben halten sich in der Ruhe nur mit ihren Hinterbeinen an Pflanzenzweigen und strecken den ganz steif gehaltenen Körper frei in die Luft hinaus, wobei sie ihrer Gestalt und Farbe wegen kleinen Aestchen gleichen. Diese bezeichnet man wohl als *Stabraupen* (Fig. 678). Bei manchen Arten mit vierzehn oder sechszehn Beinen sind die mittlern Paare kurz, stummel- oder wärzchenartig; solche Raupen werden als *Halbspanner* oder *Afterspanner* bezeichnet. Die *Haut* hat bei den wenigern Gattungen, welche in Holz und andern Pflanzentheilen verborgen leben, die gleiche Beschaffenheit, wie bei den Engerlingen. Bei den an freier Luft lebenden ist sie, wenn gleich häufig auch nackt, doch fast immer lebhaft und oft ausgezeichnet bunt gefärbt, bei sehr vielen aber auch behaart und zwar auf die verschiedenste und mannigfaltigste Weise, oder mit Stacheln, Hörnern, Höckern und Warzen besetzt. Der stets mit einer härtern Haut bedeckte Kopf trägt auf jeder Seite sechs kleine glänzende Höckerchen, welche einfache Punktaugen zu sein scheinen. — Man hat in dem Körper der gemeinen Weidenraupe (Cossus ligniperda) nicht weniger als 1040 *Muskeln* gezählt. — Die Eingeweide der Raupen (Fig. 679 a) bestehen vorzugsweise in einem dicken *Darme*, ohne Windungen und ohne deutliche magenartige Abtheilung, welcher am letzten Leibesringe endigt. Den Darm umgeben die vier sehr langen fadenartigen *Gallengefäße*. Bei den *vollkommenen Schmetterlingen* dagegen gleichen die Eingeweide weit mehr denen der Käfer, indem sich ein deutlicher *Kropf*, ein sehr großer *Magen* und ein langer *Dünndarm* mit einem *Blinddarme* vorfindet. —

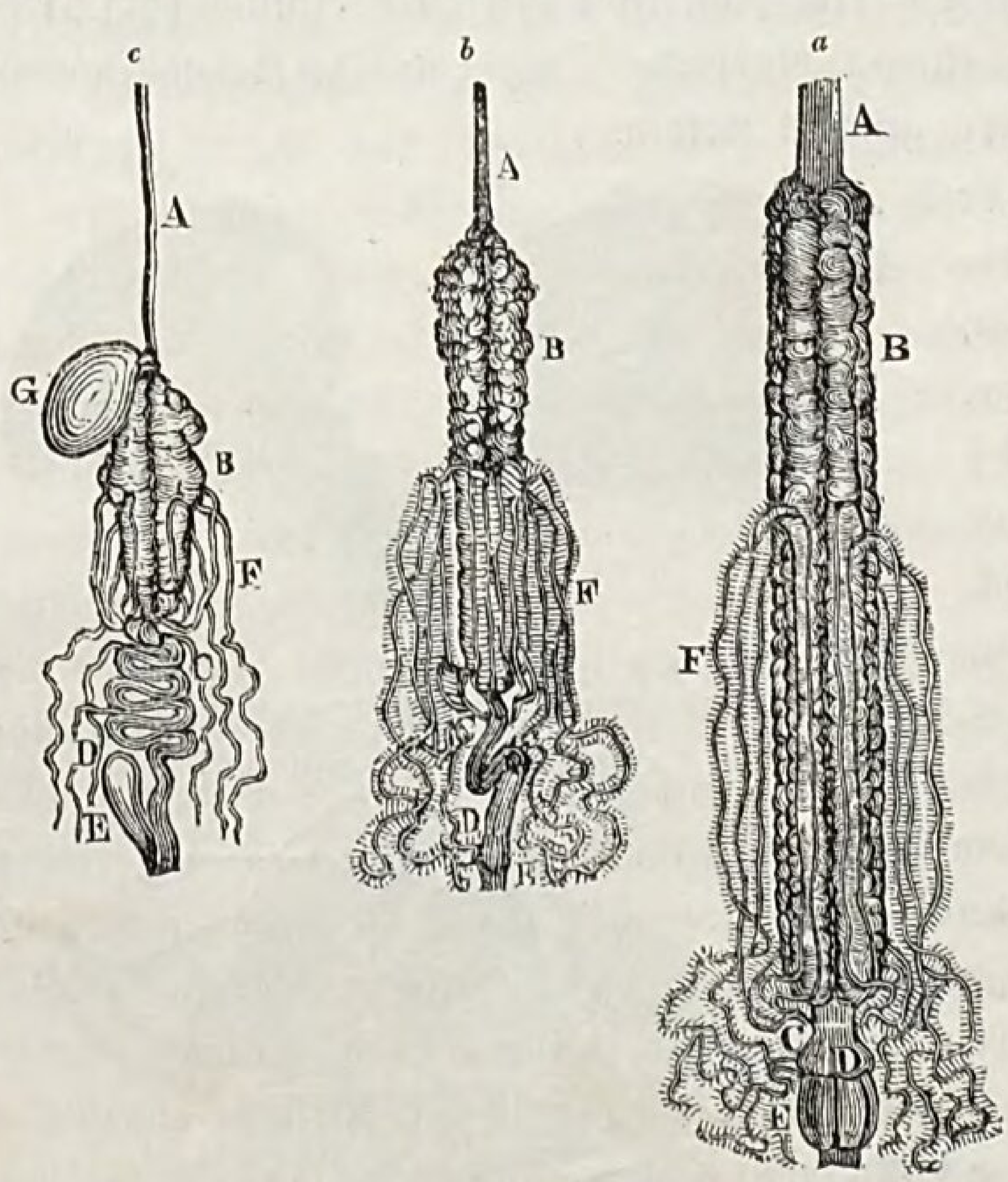
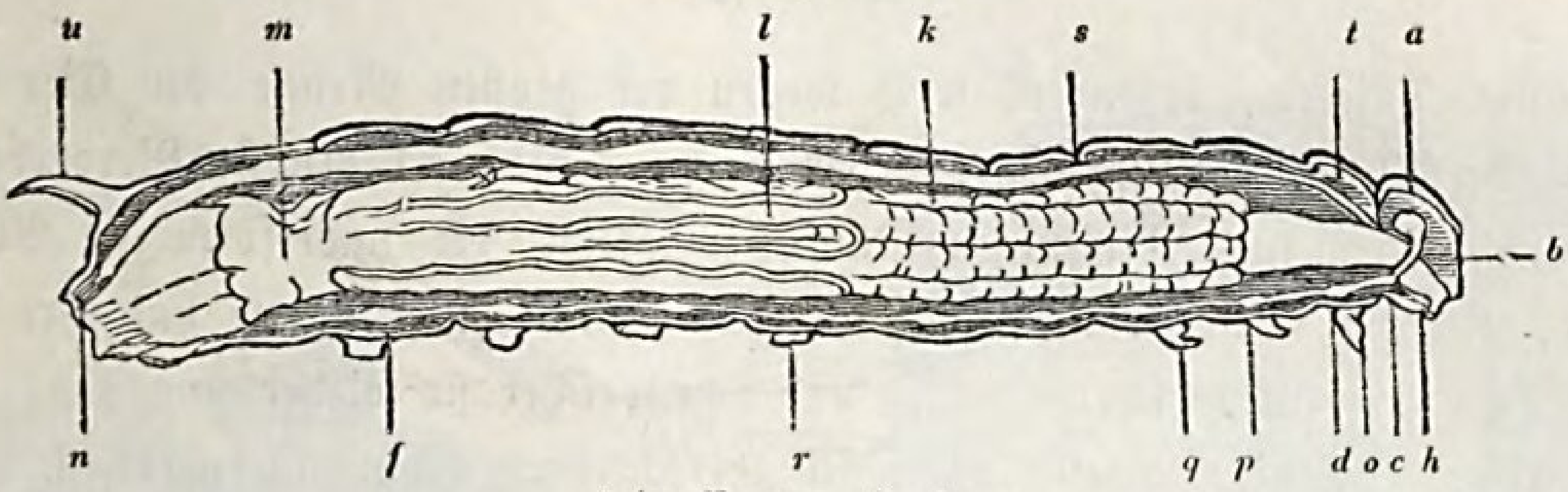
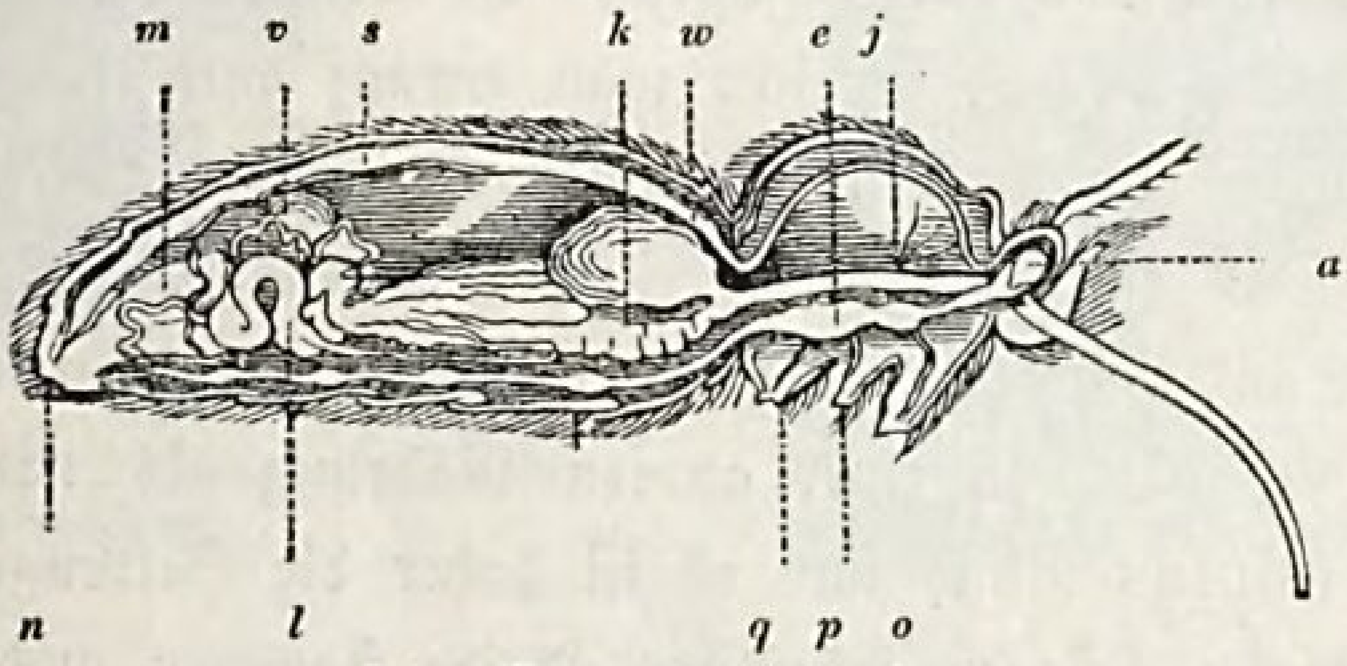


Fig. 679. Verdauungsorgane des Ligusterschwärmers (Sphinx ligustri). *a* im Raupenzustande; *b* im Puppenzustande; *c* im Schmetterlingszustande. *

* A Speiseröhre; B Magen oder Darm; C Dünndarm; D Blinddarm; E Mastdarm; F Gallengefäße; G Kropf (Saugmagen).



A im Raupenzustande.



B im Schmetterlingszustande.

Fig. 680. Die Anatomie des Weidenschwärmers (**Cossus ligniperda**). *

* Die Verdauungsorgane (vergleiche Figur 679 **a** u. **c**) und Ganglienknoten in ihrer natürlichen Lage. *a* Kopfganglien; *b* Schlund; *c d e f* Ganglienkoten; *h* Mund; *i* Saugrüssel; *j* Speiseröhre; *k* Magendarm; *l* Gallengefäße und Darm; *m* Mastdarm; *n* After; *o p q* Vorderleibsbeine; *r* Hinterleibsbeine; *s* Rückengefäß; *t* erster Vorderleibsring; *u* ein Horn; *v* Organ zur Absonderung des Befruchtungsstoffes; *w* Kropf (Saugmagen).

Ein ähnlicher Unterschied läßt sich leicht nachweisen in der Anordnung der Ganglien (Fig. 680), deren Vertheilung durch die ganze Länge des Körpers bei den Raupen sehr gleichmäßig ist, während bei den Schmetterlingen die Ganglien des Vorderleibes fast ganz in eine Masse vereinigt sind. — Die Raupen nähren sich, mit Ausnahme einiger weniger Motten (Tinea) und Zünsler (Pyralis), welche unsere Kleider, Pelzwaaren, auch Speck und Butter und die Wachswaben der Bienenstöcke verderben, nur von Pflanzenstoffen, und zwar größtentheils von Blättern, weit seltener vom Holze, wie die Weidenraupe (Fig. 682), oder vom Marke der Stengel und Wurzeln, wie die Raupen der Glasflügler und die Wurzelraupen, oder vom saftigen Fleische der Früchte, wie die Apfelwickler, die man so oft im Obste antrifft, oder vom Mehle der Getreidekörner, wie der Mehlzünsler. Alle Raupen werden durch ihren Fraß schädlich, zumal da die meisten derselben eine alle Begriffe übersteigende Gefräßigkeit besitzen. Letztere ist sehr begreiflich, da die genannte Nahrung oft fast nichts zur Blutbildung und somit zur Ernährung Brauchbares enthält. Die holzfressende Weidenraupe steht dadurch im entschiedensten Gegensatze zu fleischfressenden Geschöpfen. Es ist von Interesse, die diesem Verhältniß entsprechende Quantität des Mistes, den die Thiere auswerfen, zu vergleichen. Die Weidenraupe gibt täglich das 3= bis 5fache ihres ganzen Körpergewichtes an sägespanartigem Kothe von sich; der Mist fleischfressender Thiere ist dagegen sehr gering; die Haarthiere, von denen die Pflanzenfresser, zumal die Grasfresser, unsere Aecker mit Dünger versorgen müssen, zeigen in dieser Beziehung die stärksten Unterschiede. Ja bei den Hühnern kann man durch verschiedene Fütterung, einerseits mit Kleie, andererseits mit Würmern u. dgl. die deutlichsten Versuche anstellen.

Natürlich ist vorzugsweise der Nachtheil groß, welchen die blattfressenden Raupen anzurichten pflegen, zumal diejenigen, welche im Frühlinge die kaum sprossenden Knospen vernichten und dann wirklich nicht selten ganze Wälder wieder kahl machen. In dieser Beziehung gehören gewisse Raupen aus der Familie der Spinner zu den

schädlichsten Thieren, besonders weil wegen der großen Menge der Eier die Vermehrung derselben in's Ungeheure gehen kann. Das erheblichste Verderben verursachen im Allgemeinen diejenigen Raupen, welche die nadelförmigen Blätter der Tannen, Kiefern, Fichten u. s. w. abnagen. Fast jede Raupe hat ihre ganz bestimmte Pflanze, auf welcher sie lebt und von welcher sie wieder nur ganz bestimmte Theile frißt. Wenige Arten lassen sich verschiedene Nahrung gefallen. Meistens kann man die Raupenart nach der Pflanze, an welcher man sie findet, und die Pflanze dagegen nach der Raupe, welche man darauf antrifft, erkennen. Indessen werden manche Pflanzen von mehren, mitunter von einer großen Zahl verschiedener Raupen bewohnt. Das einzige Beispiel einer Raupenart, welche der Mensch absichtlich füttert, ist die auf Maulbeerbäumen lebende Seidenraupe (Fig. 688 a). Dieses Thier nährt sich nie von einer andern Nahrung als von den Blättern der genannten Baumart (Morus alba) und es ist daher die Seidengewinnung nothwendig an die Cultur dieser Pflanze geknüpft. Beide stammen aus China und andern Ländern Mittelasiens. Ein interessantes und für unsere Industrie sehr wichtiges Beispiel der Gefräßigkeit und des Nahrungsverbrauches liefert die in Rede stehende nützliche Raupe. Die Seidenraupen, welche man aus einer Unze Eierchen erzieht, ververbrauchen in den ersten 5 Tagen ihres Lebens 7 Pfunde Blätter, in den nächsten 4 Tagen 21 Pfunde, in den folgenden 7 Tagen 69 Pfunde, in den darauf folgenden 7 Tagen 207 Pfunde, sodann in 6 Tagen 1200 Pfunde, und zwar allein am letzten dieser Tage 200 bis 300 Pfunde. Der ganze Verbrauch beträgt also 1504 Pfunde in einem Raupenzustande, welcher 30 Tage dauert. Jedoch muß man 292 Pfunde in Abrechnung bringen, welche als Abfall und durch Ausdünstung verloren gehen; verzehrt werden somit nur 1206 Pfunde. Von dieser Masse geben die Raupen 746 Pfunde als Mist wieder von sich, so daß nur 460 Pfunde den Zuwachs der Thiere bilden, von denen sodann bei der Verpuppung 120 Pfunde Seidengespinnstes erzeugt werden.

Viele Raupen leben auf den Pflanzen vereinzelt, andere dagegen gesellig. In beiden Fällen kommt es vor, daß die Thiere sich eine Art von Wohnung machen. Die einsamen wickeln zum Theil mit Seidenfäden, welche sie selber spinnen, Blätter zusammen, wie die Wickler (Fig. 681); andere machen sich gar aus Pflanzenstoffen, z. B. aus Grasblättern, ein tragbares Gehäuse, wie die Sackträger (Psyche). Dagegen bewohnt die Weidenraupe (Fig. 682) die Gänge im Holze, welche sie selber fressend gebohrt hat. Die geselligen Raupen spinnen sich gemeinsam, so viele zu einer Brut gehören, ein Zelt von Seidenfäden (Raupennest), in welchem sie entweder nur überwintern, um sich im Frühlinge zu zerstreuen, oder sie bewohnen dasselbe auch fortdauernd und kehren nach jedem Ausgange wieder in dasselbe zurück. Die Prozessionsraupen sind hievon ein merkwürdiges Beispiel. Diese Thiere, welche unsere Eichbäume bewohnen, spinnen sich jede ein Gehäuse von lockern verwobenen Fäden, denen sich, durch die Bewegung der Spinnerin selbst, deren leicht aus der Haut gehende und mit mikroskopischen Dornen besetzte Haare beimengen; ein Gehäuse berührt das andere, so daß alle eng zusammenhangen. Mehrfach (nach jeder Häutung) wird ein anderes neues Gehäuse gemacht. Die Raupen verlassen, wenn sie auf den Fraß ausgehen, die Wohnungen in einem regelmäßig geordneten, einer Prozession ähnlichen Zuge, und zwar zur Nachtzeit. Zu dieser Zeit sind



Fig. 681. Das Nest der Eichenblattwicklerin (Tortrix viridana).

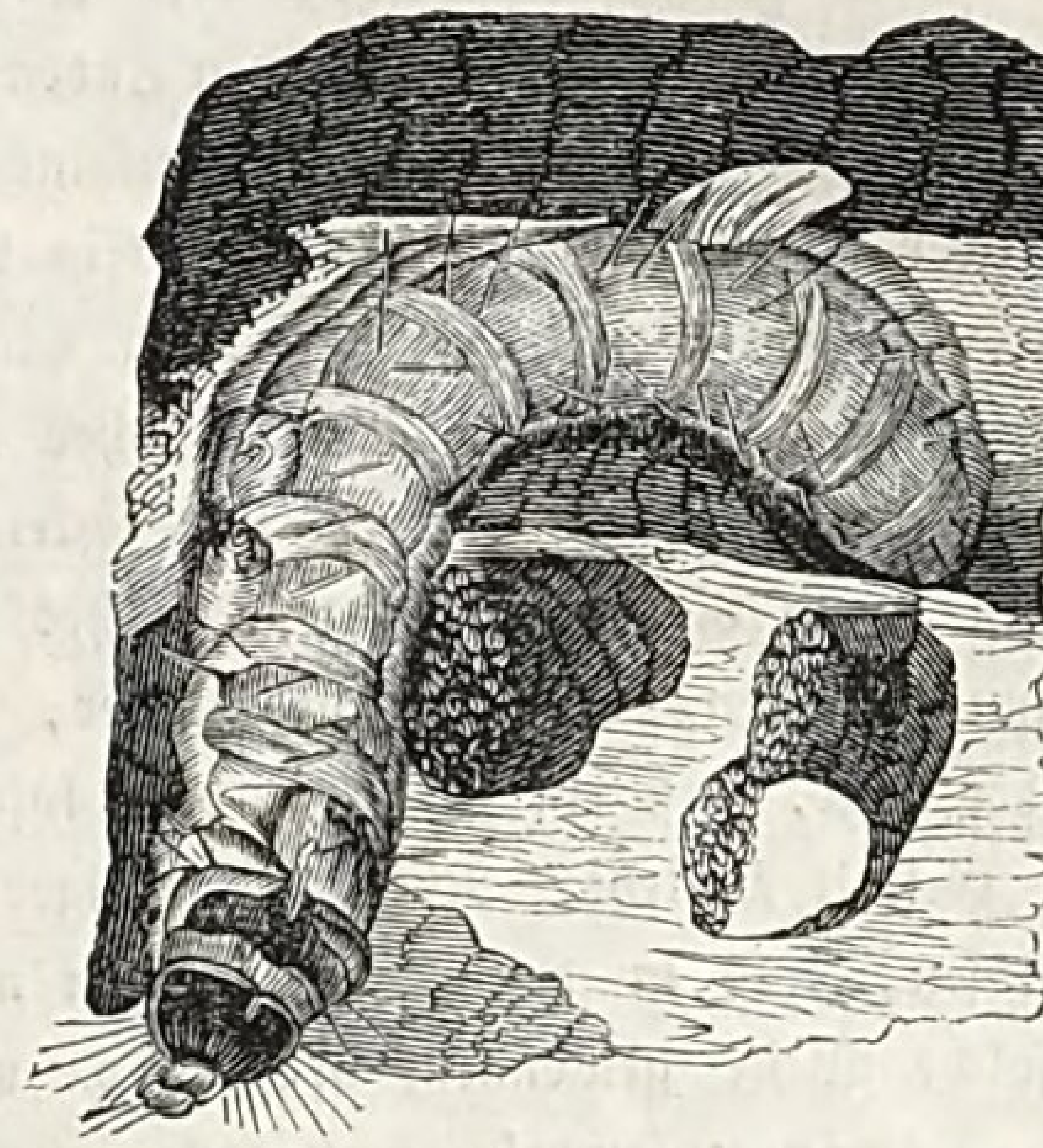


Fig. 682. Die Weidenschwärmerraupe (Cossus ligniperda) im Holze bohrend.

überhaupt viele Raupen vorzugsweise geschäftig, während andere gerade bei Tage ihren Fraß suchen. Diese Lebensweise der Raupen muß man genau beachten, wenn man sich vor dem Schaden, welchen diese Thiere anrichten können, bewahren will, was fast einzig und allein durch Verminderung ihrer Menge geschehen kann. Die Schmetterlinge kann man nicht leicht in Menge tödten; die Eier zu vernichten, ist sehr schwierig und höchstens in kleinem Umfange möglich. Den Raupen dagegen ist leichter beizukommen. Entweder sucht man die Gehäuse auf, zu den Jahreszeiten und Tagesstunden, zu welchen man die Bewohner darin versammelt findet, um sie tödten zu können, oder man prellt mit einem Stecken oder mit der Art an Büsche und Bäume, um durch die Erschütterung die überraschten Fresser herabzuwerfen und dann einzusammeln. Da auch manche Raupen die Gewohnheit haben, Wanderungen auf dem Boden zu machen, um Bäume, welche ihnen dienen sollen, aufzusuchen, so schützt man letztere durch Theerringe, mit denen man den Stamm klebrig macht, oder durch Fanggräben, welche man um den Fuß der Bäume zieht.

Alle Raupen häuten sich von Zeit zu Zeit, die meisten viermal, bevor sie ausgewachsen sind. Sie bedürfen dazu höchstens einiger Monate. Das Wachsthum schreitet nicht stetig vor, sondern geschieht mit jeder Häutung periodisch. Die Chitinhaut, welche an der Luft schnell erhärtet, gestattet keine allmählige Ausdehnung. Durch den starken Fraß findet aber indessen eine bedeutende Zunahme der innern Organe statt, welche sich dabei auf Kosten der Luftröhren ausdehnen. Somit muß endlich die Athmung stocken; die Thiere verlieren dadurch die Freßlust und liegen eine Weile krank und matt, bis daß die äußere Hülle zerplatzt, die neue noch zarte Haut die Ausdehnung verstattet und Athmung und Freßlust zurückkehren.

Nach vollendetem Wachsthume tritt die Raupe in den Puppenzustand, um ihre Verwandlung zu bestehen, in Folge deren sie später als Schmetterling erscheint. Sehr viele spinnen sich dann ein eigenthümliches nestartiges Gehäuse, welches man Cocon nennt. Die Seidenfäden, aus welchen dieses Gehäuse gemacht wird, sind nichts anders, als ein erhärteter Schleim aus zwei langen gewundenen Drüsengefäßen, welche in der Lippe durch eine feine Oeffnung sich ausmünden, und deren zähes Produkt das Thier mit dem Munde irgendwo anklebt und dann aus-

zieht. Die Waldverderber oder Föhrenraupen (Trachea piniperda) und andere lassen sich mit einem solchen Faden von den Zweigen der Bäume herab, um sich auf der Erde unter Moos einzuspinnen; andere thun dies auf den Bäumen selbst oder in Höhlungen derselben. Ein vorzüglich wichtiges und für den Menschen höchst nützliches Beispiel einer solchen Einspinnung gibt die Seidenraupe, das einzige Insekt, außer der Biene, welches ein Hausthier des Menschen geworden ist. Dieselbe macht erst ein wildes und lockeres Gewirre von Fäden in einem Winkel oder in einem Reisigbüschelchen, welches man ihr hinlegt, rings um sich herum. Sodann aber wird das Gewebe dichter, indem das Thier die Fäden so nahe an einander fügt, daß ein Gehäuse von löschpapierähnlicher Beschaffenheit und eiförmiger Gestalt entsteht. Nichtsdestoweniger gelingt es, das ganze Gespinnst wieder aufzulösen, was in den Seidenfabriken mit Hülfe kleiner Haspel geschieht. Die auf solche Weise gewonnene Rohseide wird später gesponnen, wobei allemal mehre Fäden zusammengelegt und gedreht werden. Zu einem einzigen Pfunde Seide bedarf es einer ungeheuern Menge von Cocons, nämlich über 2000 Stück. Die Rohseide ist stets weiß oder gelblich. — In ihrem Gehäuse häutet sich die Raupe noch einmal; die ganz zusammengeschrumpfte Haut bleibt neben ihr in dem Cocon liegen; sie selber aber hat mit dieser Häutung ihre Gestalt völlig geändert und ist nun eine Puppe. Die neue Hauthülle, in welcher sie jetzt erscheint, zeigt weder Kopf, noch Freßwerkzeuge, noch Beine; der ganze Vordertheil des Körpers ist zu einem steifen Stücke zusammengezogen, nur die Ringe des Hinterleibes sind noch erkennbar und einigermaßen beweglich, aber ohne Beine. Betrachtet man eine solche Puppe, nachdem man den Cocon geöffnet hat, genau, so erkennt man an der steifen Hülle des Vorderleibes die Form der Augen, des aufgerollten Rüssels, der Beine, der freilich noch ganz kurzen und schmalen Flügel des zukünftigen Schmetterlings halbdeutlich ausgeprägt. — Manche Raupen begnügen sich, Blätter, Erdkörner oder kleine Stücke von Holz oder andern Substanzen, von denen sie gelebt haben, mit Seidenfäden zusammenzuheften, und bilden so ein roheres Gehäuse, um sich darin zu verpuppen. Die Motten umhüllen sich mit einer Art von Filz oder Papier, welches sie aus den Haaren unserer Kleider und Pelze bereiten. Uebrigens verpuppen sich sehr viele Raupen ohne eine Coconhülle, theils im Erdboden unter der Moos- und Rasendecke, theils auch frei an Bäumen, Felsen oder Mauern. Die letztern hängen sich dann nur mit einem Faden am hintern Ende ihres Körpers auf, wie die Kohlraupen, welche im Herbste so gerne in unsere Häuser eindringen, um dort ihre Verwandlung zu bestehen. Einige binden sich außerdem mit einem zweiten Faden, den sie um die Mitte ihres Leibes legen, an einen Zweig, wie die Fenchelraupen (Fig. 683). Die Puppen selbst sind bei gewissen Gattungen mit eckigen Vorsprüngen versehen, besonders einem nasenförmigen, worin der Rüssel liegt, und zweien hornartigen, worin die Fühlhörner sich bilden. Man erkennt an ihnen ferner die punktförmigen, aber ganz verschlossenen, Mündungen der Luftröhren an den Seiten der neun hintern Leibesringe. — Die Zeit des Puppenzustandes bietet abermals günstige Gelegenheiten dar, zur Vertilgung mancher der schädlichsten Raupenarten. Die Vortheile dieses Verfahrens ergeben sich freilich meistens erst im folgenden Jahre. In den Wäldern liegt eine zahllose Menge von Puppen in Cocons oder ohne solche unter dem Moose auf oder im Boden und man bereitet solchen einen massenhaften

Untergang durch das rechtzeitige Eintreiben von Schweineheerden in die Forsten. In Obstgärten ist es von Nutzen, die Erde rings um die Bäume aufzugraben und dann wieder fest zu stampfen, wobei die Puppen zerdrückt oder am Auskriechen gehindert werden.

Wenige Raupen beginnen ihren Lebenslauf in so früher Jahreszeit, daß sie noch in dem gleichen Jahre ihre Vollendung erreichen können. Die meisten überwintern daher als Puppen und werden erst im folgenden Frühlinge oder Sommer, bei einigen Gattungen aber auch erst nach zwei- bis dreijährigem Todesschlafe, zu Schmetterlingen. Die Puppe platzt in der Mitte des Rückens am Vorderleibe auf, und der Schmetterling schiebt zuerst Kopf und Beine, dann die Flügel und den Hinterleib hervor. Bei den Puppen, welche in einem Cocon liegen, schiebt sich zuerst die Puppe vermittelst vielfacher zappelnder Bewegungen durch die Seidenfäden hindurch, was allemal an einer Stelle geschieht, an welcher die Fäden schon von vornherein eine dazu günstige Anordnung haben. Ein Tropfen röthlicher Harnflüssigkeit, welchen die zum Auskriechen reifen Puppen von sich zu geben pflegen, erweicht bei manchen das Gespinnst. Doch fällt ein solcher Tropfen auch von den nicht in Cocons liegenden Puppen und die Häufigkeit derartiger Tröpfchen an Wänden, wo viele Puppen gehangen haben, mag mitunter zu der Fabel vom „Blutregen" Veranlassung geworden sein. — Die Seidencocons, welche man benutzen will, müssen durch siedendes Wasser abgetödtet werden, bevor die Puppen ausschlüpfen. — Die Puppe der Weidenraupe, welche sich in einer Höhlung tief im Holze der Weidenbäume verpuppt, schiebt sich sogar durch den von der Raupe fressend einst gegrabenen Gang zurück, bis der Vordertheil aus dem Baume hervorragt, bevor sie aufplatzt. An der zerplatzten leeren Puppenhülle erkennt man trefflich, wie die einzelnen Theile des Schmetterlings gelegen haben und sieht, daß die Fühlhörner, der Rüssel, die Beine und Flügel eigentlich schon ebenso gut vorhanden und mit einer eigenen Hautscheide umgeben gewesen sind, als bei den Käferlarven, nur daß sie hier nicht frei, sondern gleichsam mit einem Firniß zusammengeleimt waren (Fig. 646). — Der ausgekrochene Schmetterling ist anfangs sehr klein und besonders seine Flügel haben nicht die Hälfte der gehörigen Länge und sind völlig zusammengefaltet. Sobald aber das Thierchen zu athmen beginnt, wächst es sichtbarlich, schwillt an, streckt die Flügel und entfaltet sie und ist nach wenigen Minuten im Stande, davon zu fliegen. Der Schmetterling der Seidenraupe ist dann ein gelblich weißes, eulenähnliches Thierchen mit einigen braunen Wellenstreifen und einem mondförmigen Flecken auf den Flügeln.

Man findet unter den Schmetterlingen, deren gegenwärtig etwa 20,000 Arten bekannt sind, drei natürliche Gruppen, welche sich durch ihre äußere Erscheinung ebenso sehr, als durch ihre Lebensweise auszeichnen. Die Tagfalter, welche im Sonnenscheine fliegen, haben die größten Flügel und tragen diese in der Ruhe gerade in die Höhe gerichtet. Ihres eigenthümlichen Fluges wegen werden sie auch insbesondere schlechthin Falter genannt. Ihre Fühlhörner sind faden- oder kolbenförmig. Die Pracht ihrer Farben, seien diese einfach oder bunt, hell oder dunkel, ist immer ausgezeichnet. Ihr Körper ist klein und schlank. Die Puppen hangen frei an einem oder an zwei Fäden, sind eckig, oft goldfleckig. Die sechszehnbeinigen Raupen sind selten nackt, meistens leicht behaart oder dornig (Fig. 683 — 686).

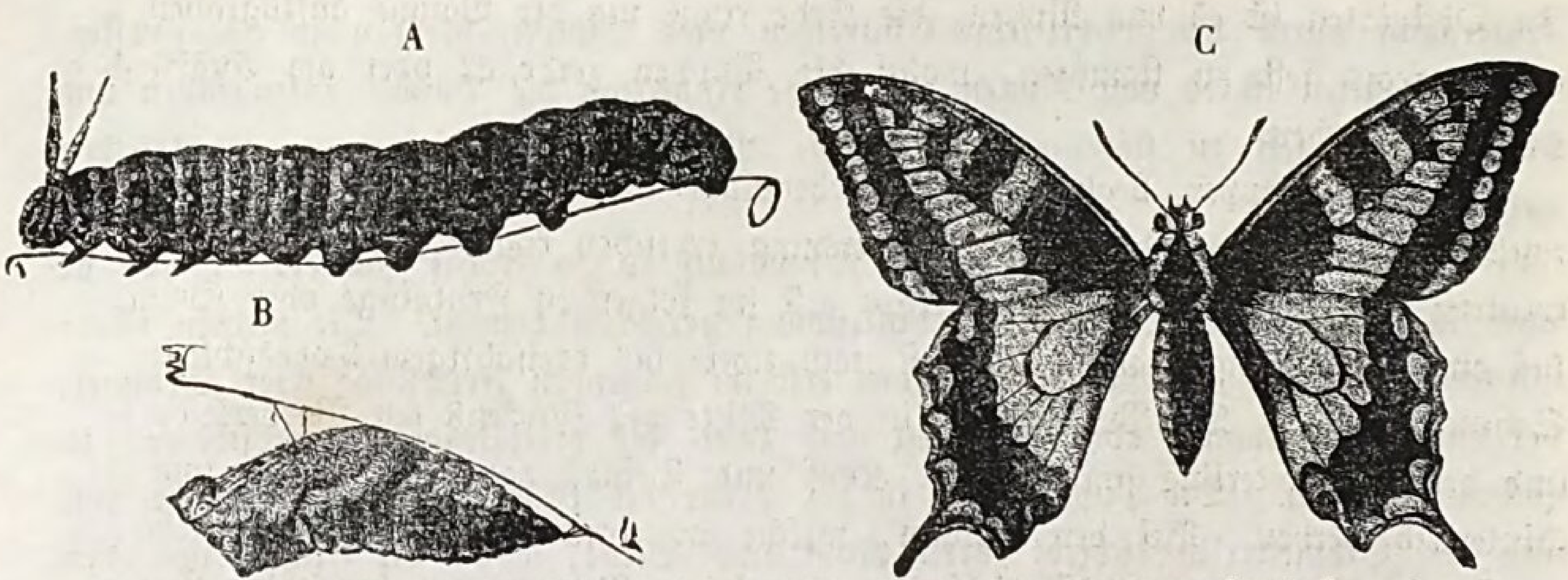


Fig. 683. Der Fenchelsegler oder Schwalbenschwanz (Papilio machaon). *
* A Raupe; B Puppe; C Schmetterling.



Fig. 684.
Der Augenfalter (Morpho helenor).

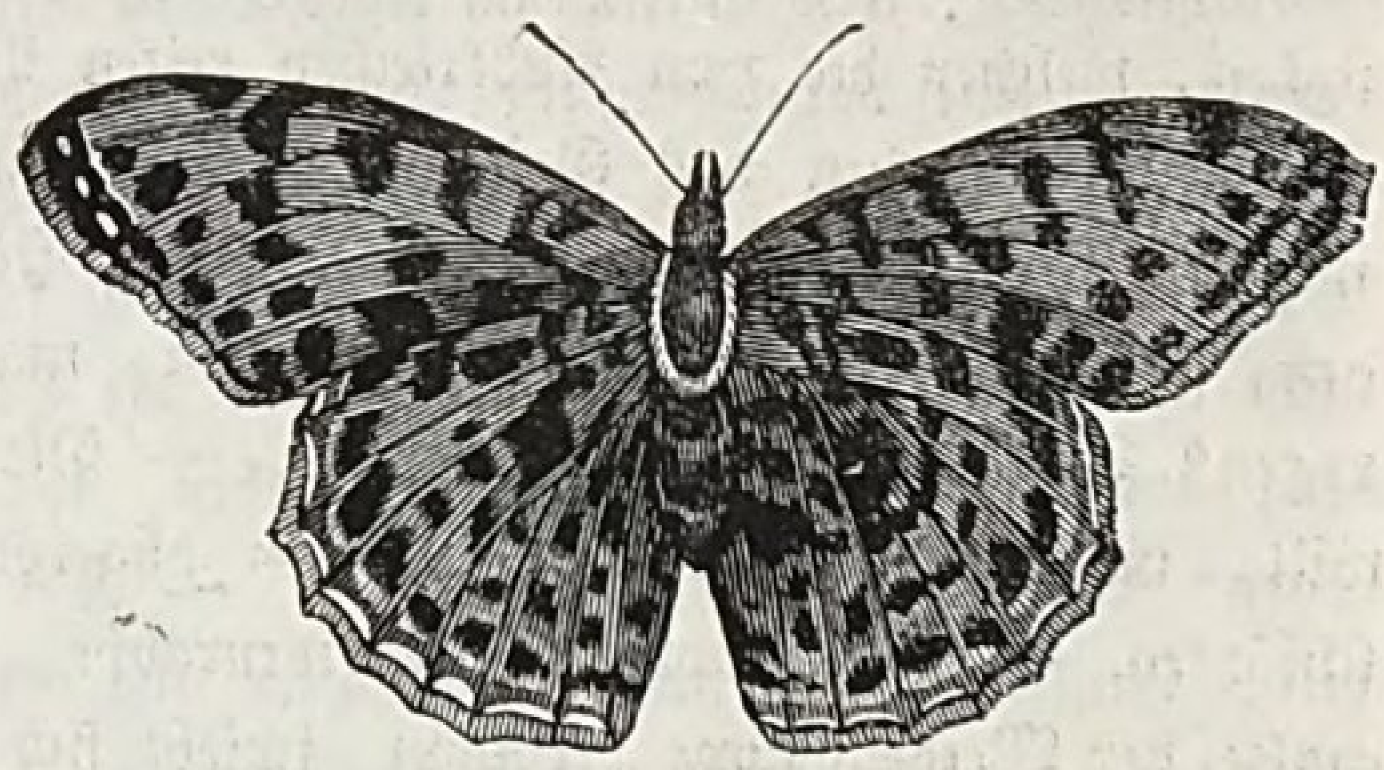


Fig. 685.
Der Perlenfalter oder Silberstrich (Argynnis paphia).

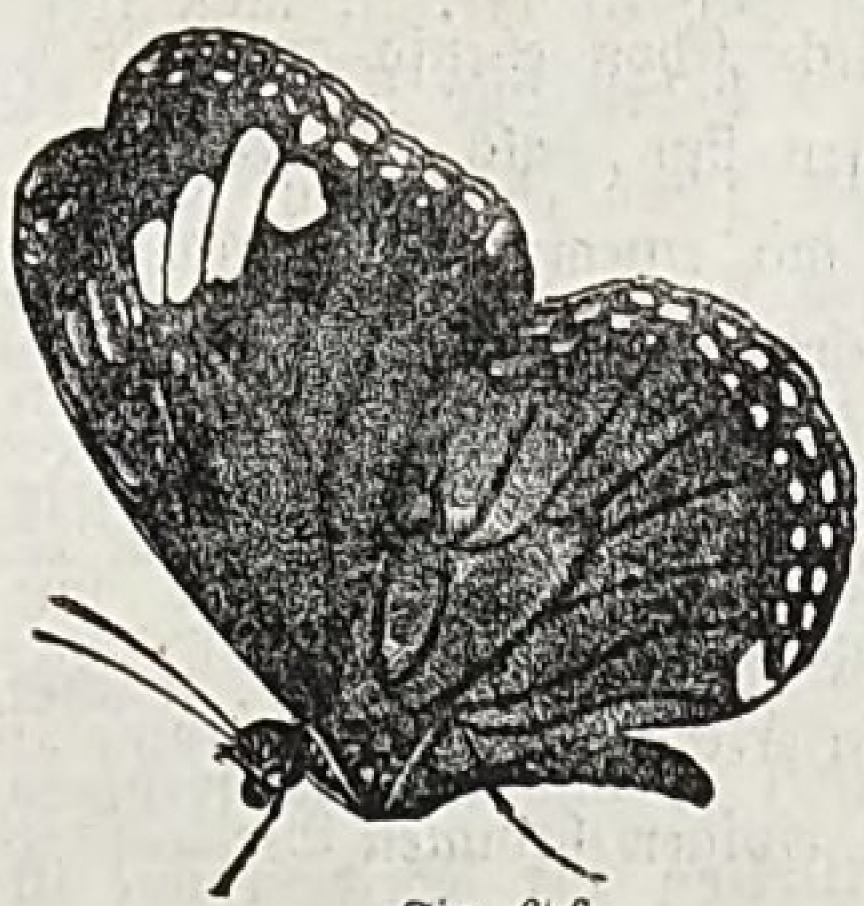


Fig. 686.
Der Plexippusschlüpfer (Papilio plexippus).

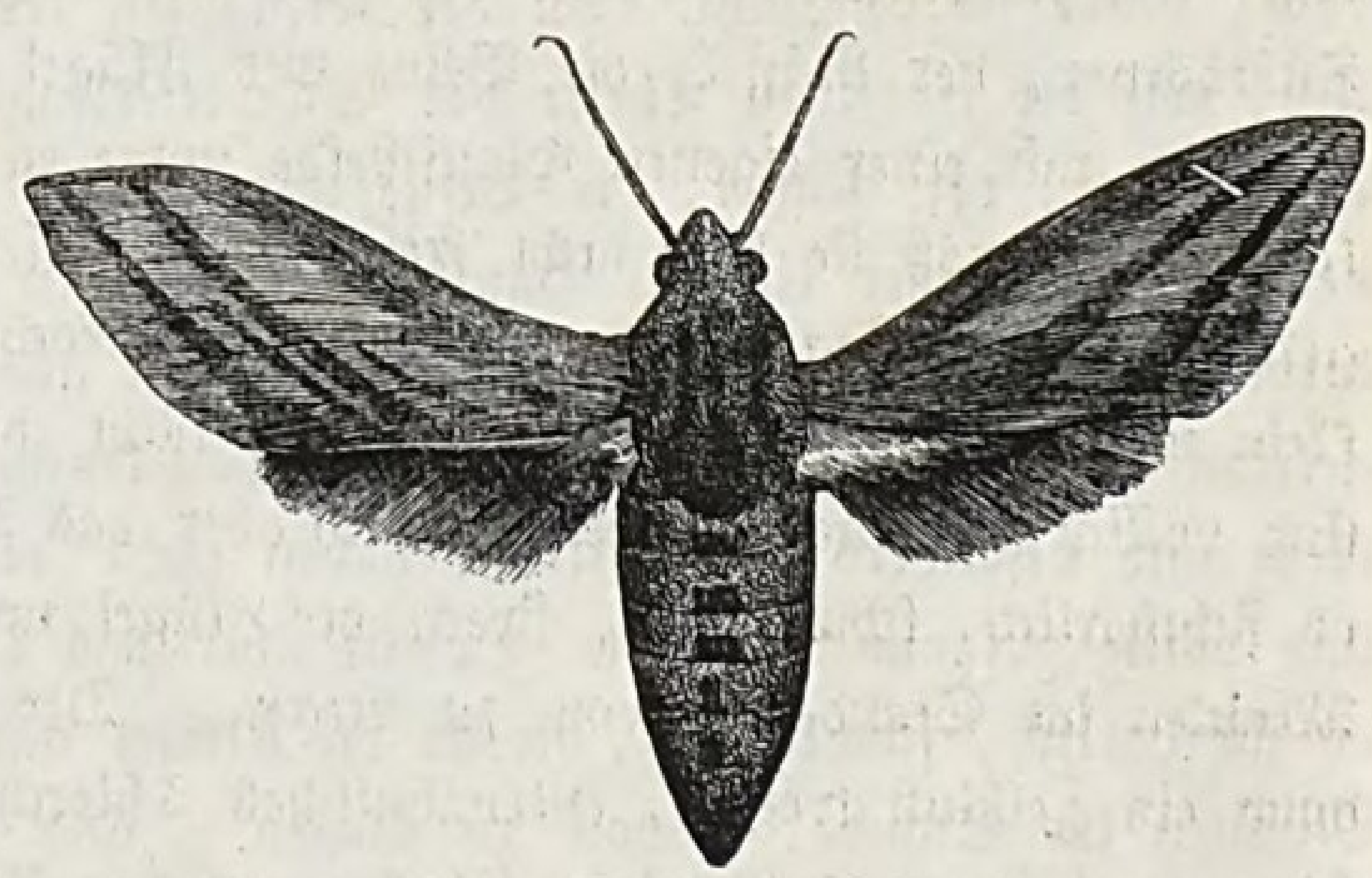


Fig. 687. Der Weinstockschwärmer (Sphinx elpenor).

Die *Dämmerungsfalter*, welche im *Zwielichte* fliegen, haben schmale Vorderflügel und noch schmalere Hinterflügel und tragen diese in der Ruhe wagerecht. Ihres eigenthümlichen Fluges wegen heißen sie großentheils *Schwärmer*. Ihre Fühlhörner sind dick, dreikantig, keulenförmig, mitunter kammartig, ihre Farben düster und matt. Die Gestalt des Körpers ist plump und gedrungen, spindelförmig. Ihre Puppen liegen nackt in der Erde oder in einem geringen Gehäuse und sind *nicht eckig*. Die Raupen sind sechszehnbeinig, nackt, häufig mit einem Horne auf dem Ende des Rückens, oder leicht behaart (Fig. 687).

Die *Nachtfalter*, welche in der *Dunkelheit* fliegen, haben ebenfalls schmale Flügel, tragen dieselben aber in der Ruhe dachförmig nach hinten niedergelegt oder gar um den Leib gerollt. Ihre Färbung ist meistens unscheinbar weiß, grau oder

aschenfarbig. Ihr lang befiederter Kopf mit den großen Augen und dem eingerollten Rüssel gibt ihnen Aehnlichkeit mit Eulen, weßhalb sie auch meistens so genannt werden. Die Fühlhörner sind gekämmt und unten breiter, als gegen das Ende hin, oder borstenförmig. Ihre Puppen liegen in Cocons oder nackt in der Erde. Die Raupen sind theils Spinner, theils Spanner oder Halbspanner (Fig. 688 — 690.)

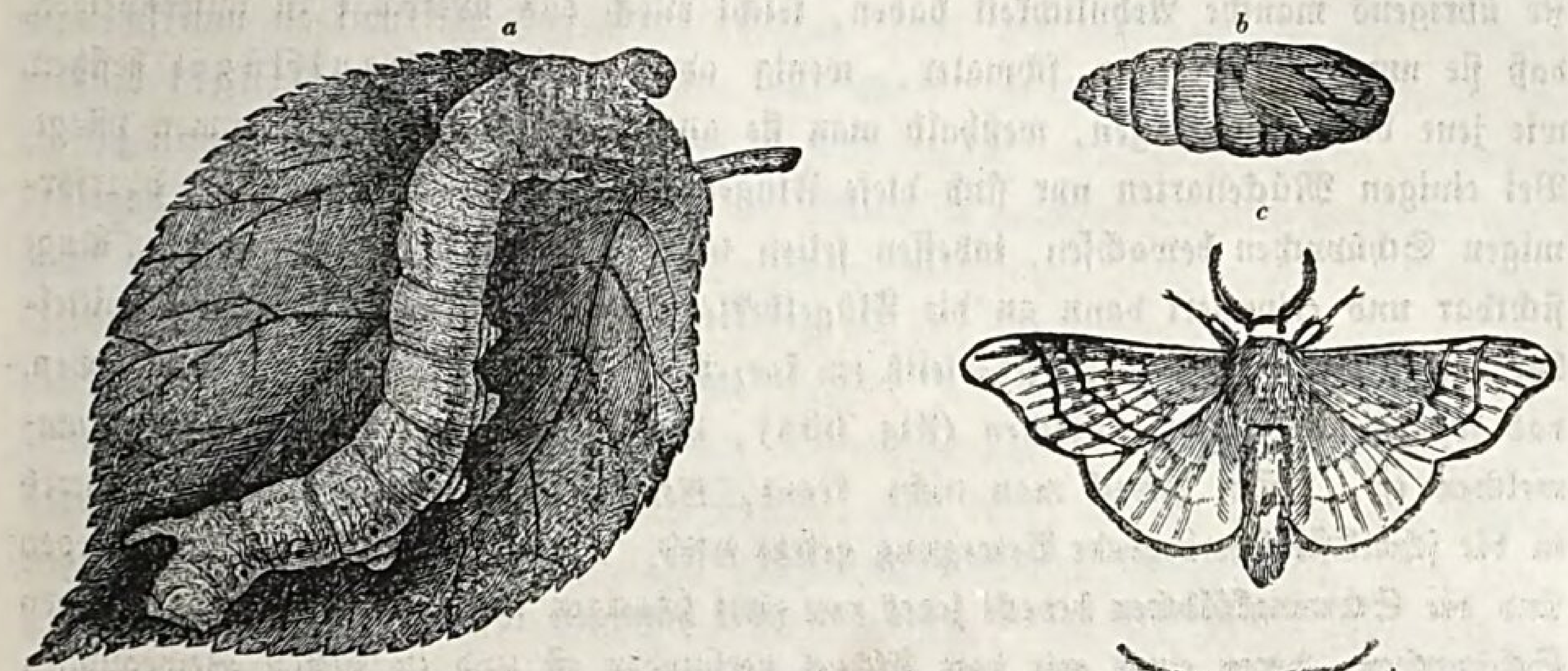


Fig. 688. Der Seidenspinner (Bombyx mori). *

* a Raupe; — b Puppe; — c Schmetterling.

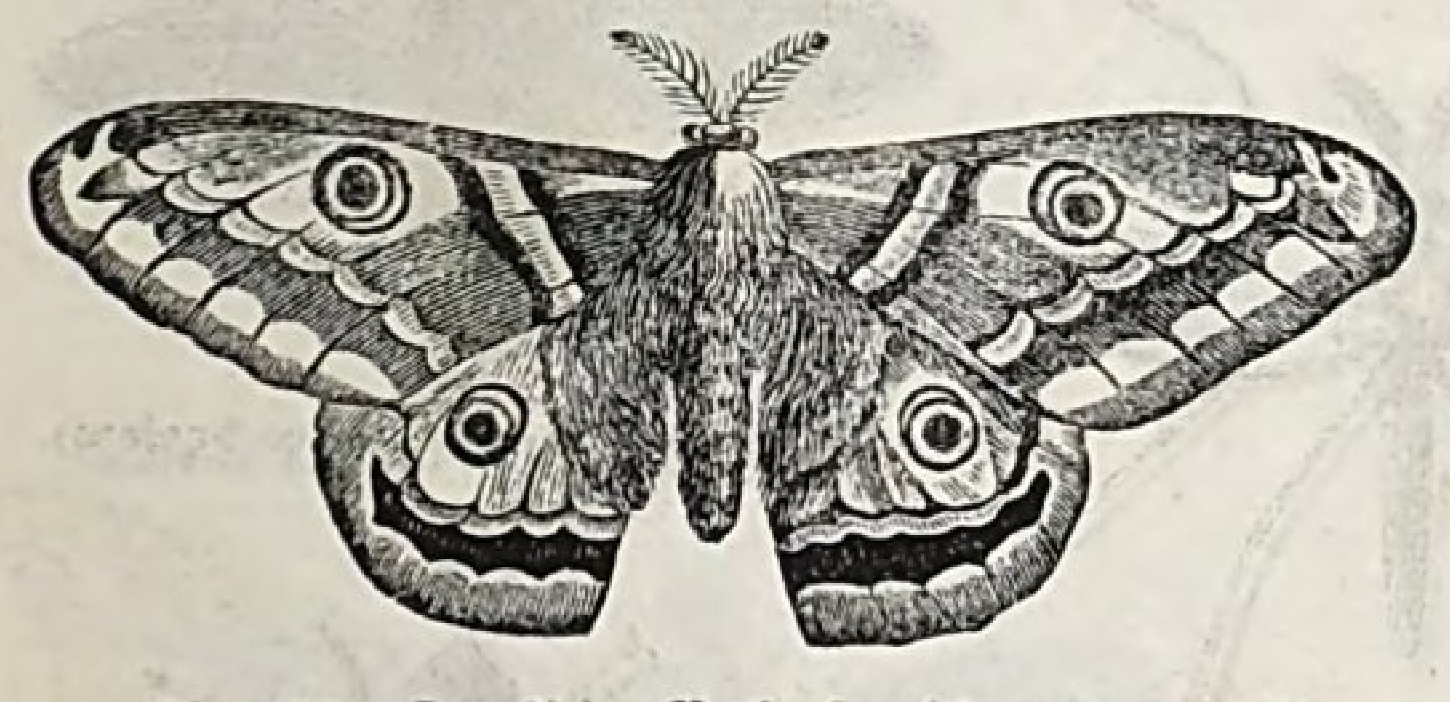


Fig 689. Der kleine Nachtpfau (Saturnia carpini).



Fig 690.
Der Eichenspinner (Gastropacha quercifolia).

Indessen ist zu bemerken, daß nicht alle Schmetterlinge mit Bestimmtheit in eine der genannten Gruppen gestellt werden können.

Bei dieser Ordnung von Thieren, welche auf das Gedeihen der Pflanzen einen so empfindlich nachtheiligen Einfluß auszuüben im Stande sind, haben wir Gelegenheit, auf den wichtigen Nutzen vieler insektenfressender Haarthiere und Vögel aufmerksam zu werden. Besonders verdient es Beachtung, daß viele samenfressende und dadurch meistens als entschieden schädlich betrachtete Vögel, wie z. B. die Sperlinge, während der Zeit, in welcher sie Junge im Neste zu füttern haben, eine zahllose Menge von Raupen und andere Larven, aber auch viele ausgebildete Insekten, vertilgen. Man will berechnet haben, daß ein einziges Sperlingspaar seinen Jungen in einer Woche dreitausend Raupen ins Nest brachte. — Die mächtigste Armee, deren sich die Natur gegen die übermäßige Vermehrung der Raupen bedient, ist die der Schlupfwespen.

Vierte Ordnung.

Die Fliegen. Diptera.

Die Fliegen (Fig. 691), nebst den zartgebauten Mücken (Fig. 693) und den plumpen Bremsen (Fig. 694) sind von den immenartigen Insekten, mit welchen sie übrigens manche Aehnlichkeit haben, leicht durch das Merkmal zu unterscheiden, daß sie nur zwei solcher schmaler, wenig adriger dünner Hautflügel besitzen, wie jene deren vier tragen, weßhalb man sie auch Zweiflügler zu nennen pflegt. Bei einigen Mückenarten nur sind diese Flügel mit außerordentlich feinen, haarförmigen Schüppchen bewachsen, indessen selten wird diese Bedeckung dem bloßen Auge sichtbar und erinnert dann an die Flügelbekleidung der Schmetterlinge. Unmittelbar hinter den Flügeln steht jederseits ein kurzes Fädchen mit kolbenartigem Köpfchen, das sogenannte Schwingkölbchen (Fig. 694), welches ein verkümmertes Flügelstummelchen ist, dessen Zweck man nicht kennt, welches aber beim Fluge des Thieres in die schnellste schwingende Bewegung gesetzt wird. Bei einigen Bremsen und Fliegen sind die Schwingkölbchen bedeckt jedes von zwei häutigen löffel- oder muschelförmigen Schüppchen, deren eines mit dem Flügel verbunden ist und an dessen Bewegungen



Fig. 691. Die Schlupffliege (Tachina larvarum).

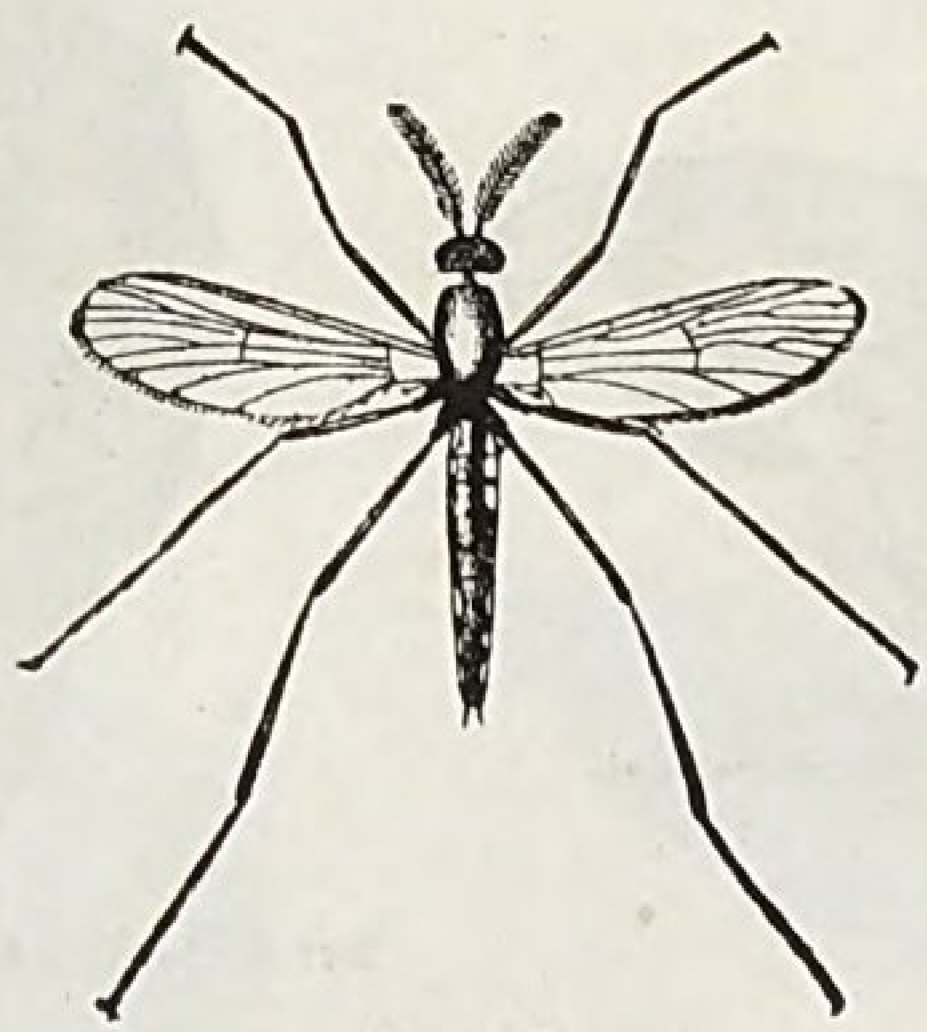


Fig. 692. Die gemeine Mücke oder Schnake (Culex pipiens); vergrößert.



Fig. 693. Die Viehbremse (Tabanus bovinus).



Fig 694. Die gelbfüßige Dickkopffliege (Conops flavipes) mit den Schwingkölbchen dargestellt.

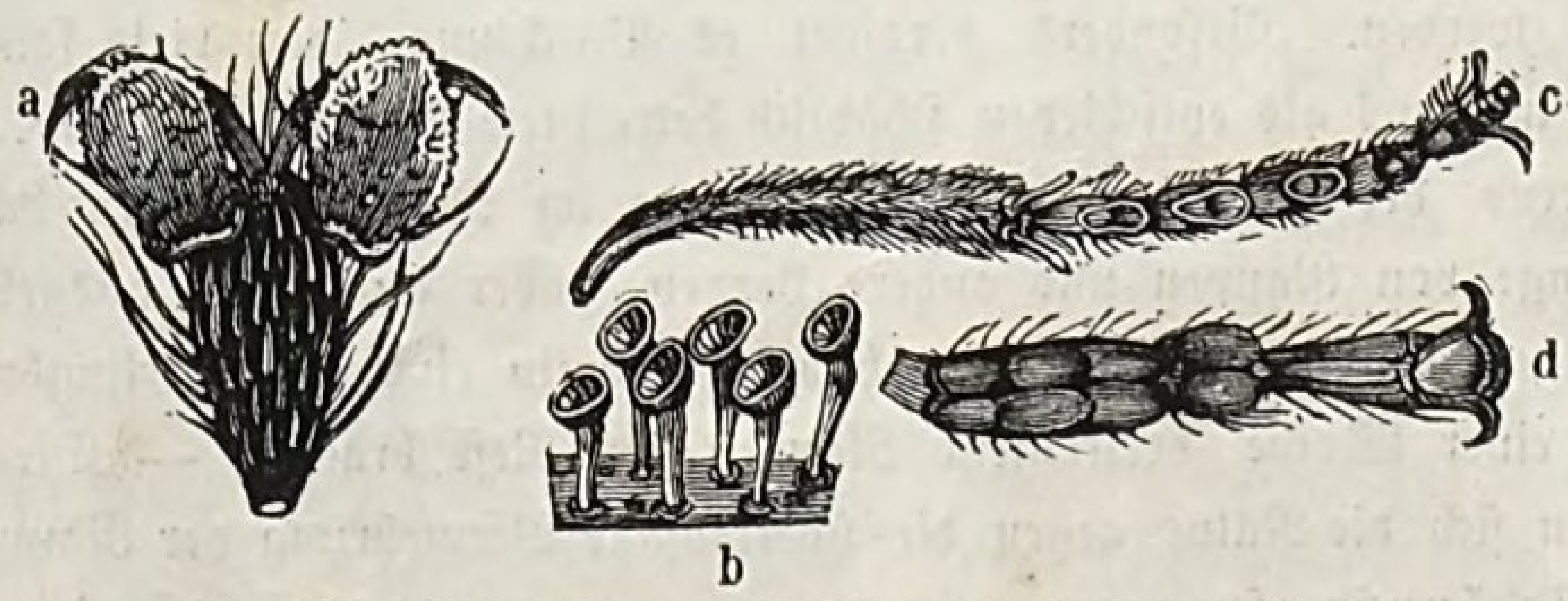


Fig. 695. Haftwerkzeuge an Insektenfüßen (sehr vergrößert). *

* *a* Fußsohlenballen und Krallen der Schmeißfliege (Sarcophaga carnaria); *b* Polster am Fuße der veränderlichen Blattwespe (Cimbex variabilis); *c* gestielte Saugnäpfe am Fuße eines gelbsaumigen Schwimmkäfers (Dyticus marginalis); *d* Polster und Krallen am Fuße des Grashüpfers (Acridium biguttulum).

theilnimmt. — Die Fliegen und Mücken setzen uns oft in Verwunderung durch die Sicherheit, mit welcher sie an den glattesten Polituren unserer Mobilien und unsern Fensterscheiben herumkriechen; die Insekten dieser Ordnung, sowie manche Mitglieder anderer Ordnungen, verdanken die Fähigkeit, sich so leicht anhalten zu können, theils den beiden Krallen, in welche die fünfgliedrigen Füße ihrer Beine endigen, theils den an den letzten Fußgliedern befindlichen zwei bis drei hautigen oder blasigen Ballen (Fig. 695 a b c d), welche mit ihrer feuchten Fläche sich fest an die glattesten Gegenstände ankleben. — Der Kopf trägt zwei große zusammengesetzte Facettenaugen, welche bei den Männchen mancher Bremsen merkwürdigerweise vor der Stirn völlig zusammenstoßen und somit also einen gemeinsamen Augenballen darstellen, zwischen denen jedoch bei den eigentlichen Fliegenarten auf dem Scheitel noch drei einfache Punktaugen stehen, die bei den Bremsen und Mücken fehlen. Die Fühlhörner sind auf der Stirn sehr nahe beisammen eingefügt, und während dieselben bei den Fliegen und Bremsen sehr kurz, nur zwei- bis dreigliedrig, dabei aber an ihrem Ende mit einem dachförmigen Anhängselchen, mit einem Härchen oder einem Borstenfederchen verziert sind, erinnern sie bei den Mücken durch größere Länge und Gliederzahl (6 — 24) und durch ihre kammförmige Bildung nicht selten in hohem Grade an die Fühler der Nachtfalter. Bei den Männchen der Mücken sind sie häufig mit den artigsten Büscheln geziert. — Die Freßwerkzeuge der Zweiflügler gestatten meistens nicht mehr eine genauere Vergleichung mit den Mundtheilen der Käfer, indem dieselben ganz zu einem fleischigen, einziehbaren Rüsselröhrchen vereinigt sind, in welchem mehre lanzett- oder spießför-

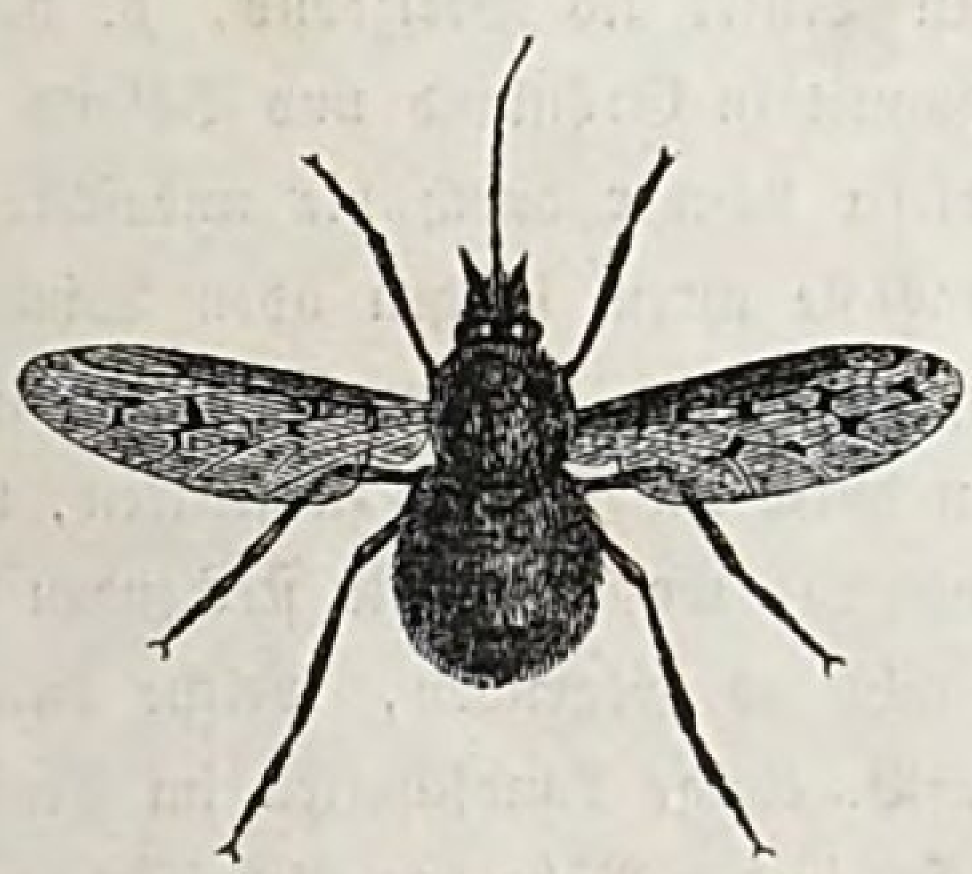


Fig 696.
Der bunte Wollschweber (Bombylius pictus).

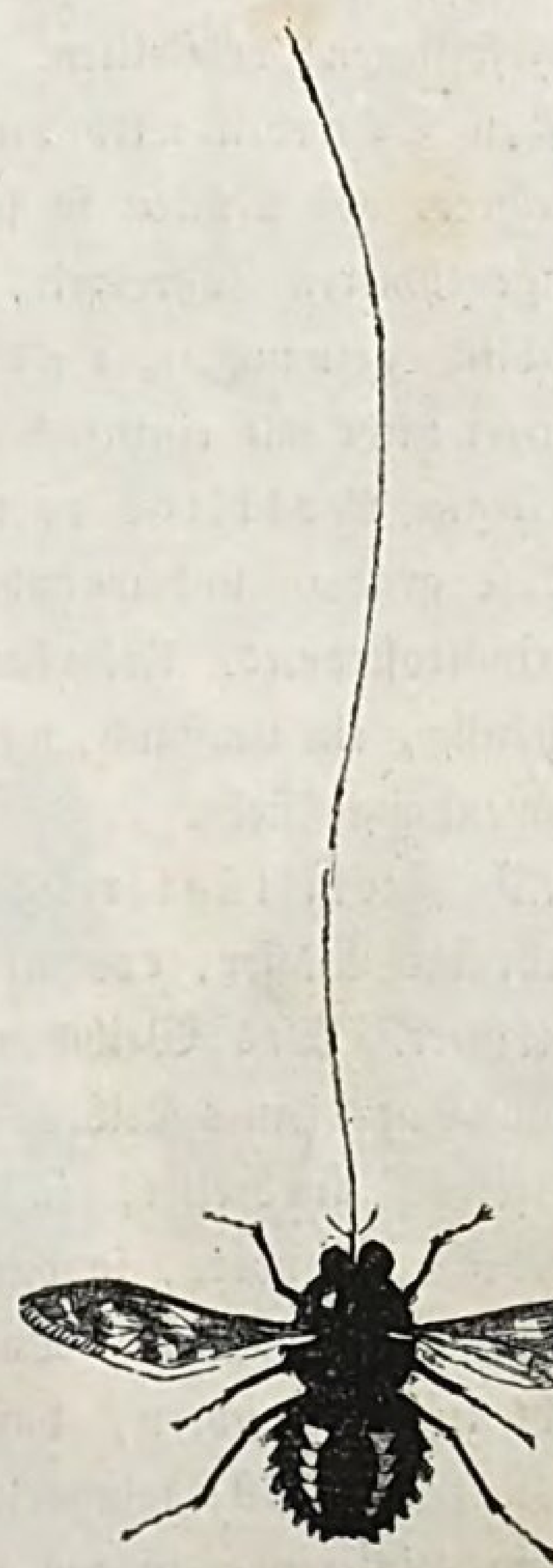


Fig. 697. Die langrüsselige Schwebfliege (Nemestrina longirostris).

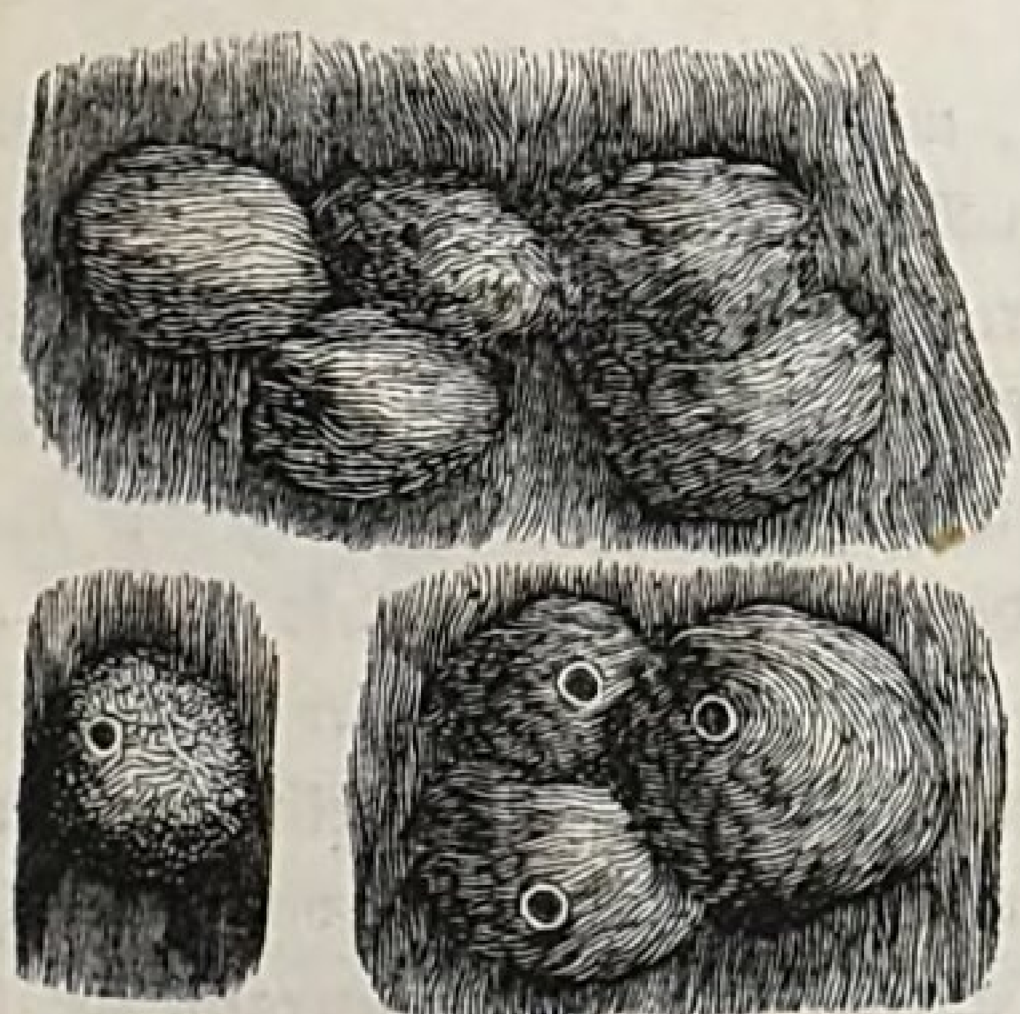


Fig. 698. Beulen auf der Haut der Rinder durch Bremsen hervorgebracht.

mige Bohrwerkzeuge eingeschlossen liegen. Der eigentliche Rüssel ist selber in eine Scheide, welche der Unterlippe entspricht, eingeschlossen, und es scheint bei einigen Gattungen nachweisbar zu sein, daß die Rüsselröhre der Oberlippe, der von derselben umschlossene Bohrapparat aber, in seinen einzelnen Stücken, den Oberkiefern, den Unterkiefern und der Zunge anderer Insekten zu vergleichen ist. Am Grunde des Rüssels, der in eine zweilappige Saugscheibe zu endigen pflegt, stehen gewöhnlich zwei fadenförmige oder in eine Keule endigende Taster (Fig. 696). Die Fliegen und Bremsen haben im Allgemeinen kürzere Rüssel als die Mücken, doch nicht ohne erhebliche Ausnahmen; so ist derselbe bei der langrüsseligen Schwebfliege (Fig. 697) zu einem monströsen Faden ausgedehnt. Niemanden ist die Blutgier unbekannt, mit welcher manche Bremsen, Stechfliegen und Mücken alle warmblütigen Geschöpfe verfolgen. Die Bohrwerkzeuge ihres Rüssels dienen ihnen die Haut der Thiere oder Pflanzen zu durchdringen, um die ihnen zur Nahrung dienenden Säfte zu erlangen. Ein giftiger Speichel, welcher aus ihren ziemlich stark entwickelten Speicheldrüsen in die Wunde gelangt, sowie das bei plötzlicher Verscheuchung der lästigen Stecher häufige Zurückbleiben der Bohrspitzen selber, verursacht nicht selten die unangenehmsten Schmerzen und Geschwulste, ja selbst Geschwüre, letztere besonders bei Rossen, Rindern (Fig. 698), Rennthieren, welche im Sommer stets von Bremsen verfolgt werden. Indessen sind gemäßigt warme Länder glücklich zu nennen durch das geringe Maß derartiger Plagen, welches man in ihnen zu tragen hat. In den heißeren Gegenden und nicht minder in den kältesten, wird der Mensch wahrhaft teuflisch geplagt, so daß man sich nicht wundern kann, wenn gewisse Völker des Alterthums sich den Teufel als Beelzebub, d. h. König der Stechfliegen, vorstellten. Der kurze Sommer in Grönland und Island und im nördlichen Schweden wird den Bewohnern dieser Länder durch die unbeschreiblichen Wolkenheere von Mücken so sehr verleidet, das sie ihrem langen öden Winter, als der angenehmeren Jahreszeit, den Vorzug geben. In einigen Gegenden ist man buchstäblich gezwungen, die Luft beim Athmen durch ein Flornetz zu filtiren, um das Ungeziefer nicht mit einzuziehen. In Mittelamerika, wo man alle stechenden Mücken und Fliegen Moskitos zu nennen pflegt, gibt es Gegenden, welche durch diese Geschöpfe gradezu unbewohnbar sind, wie z. B. einige Landschaften im Flußgebiete des Orinoccostromes. Ueberhaupt sind die Mücken in der Nähe von Gewässern vorzugsweise häufig, ein Umstand, welcher mit der Entwicklungsweise diese Thiere im nächsten Zusammenhange steht.

Alle Zweiflügler legen Eier, entweder, und zwar die Mücken vorzugsweise, auf stehendes Wasser, oder in Pflanzentheile, in Mist, Aas oder an die Haut lebendiger Thiere. Das Weibchen der Mücken kreuzt auf dem Wasser seine Hinterbeine am Ende seines Leibes und indem es dieselben nach und nach, sowie die Eier hervortreten, ausbreitet, schiebt es die letzteren in senkrechter Richtung wie Kegel eins neben das andere, so daß dadurch eine nachenförmige Masse entsteht, welche auf dem Wasser schwimmt. Da jedes Weibchen etwa dreihundert Eier legt, so ist es nicht zu verwundern, daß Pfützen und Teiche besonders im Frühlinge von den Larven (Fig. 699) wimmeln. Diese schwimmen, den Kopf nach unten gerichtet mit dem Hinterende an der Oberfläche des Wassers, und zwar bewegen sie sich sehr schnell mit Hülfe der an ihrem Kopfe und an ihren Leibesringen stehenden

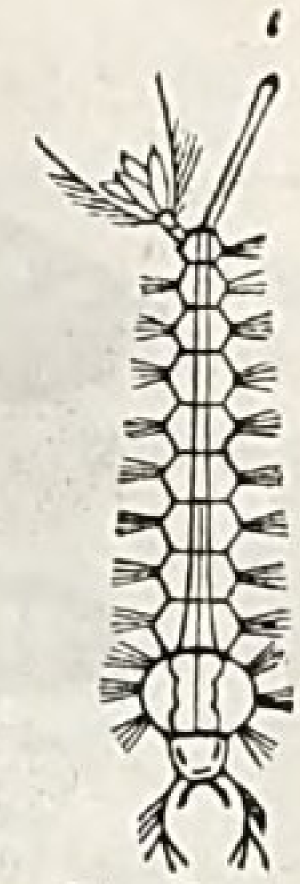


Fig. 699. Die Larve der gemeinen Mücke (Culex pipiens). *

* t Die Athmungsröhre.

Haarbüschel und einer Art von Schwanzfinne. Sie athmen vermittelst einer eigenen Luftröhre (t) am letzten Ringe ihres Körpers, welche sie aus dem Wasser strecken. Nach einigen Häutungen verwandeln sie sich in eine Puppe, welche sich von der Larve besonders dadurch unterscheidet, daß sie zwei hörnerartige Athmungsröhren auf dem Rücken trägt und nur in solcher Lage im Wasser schwimmt, daß diese an die Oberfläche ragen. Wenn das Insekt ausschlüpfen will, so hebt sich die Puppe durch eingenommene Luft ganz an die Oberfläche des Wassers empor, platzt auf dem Rücken und dient nun dem sich befreienden und noch nicht flugfähigen Thierchen als ein Kahn, auf welchem es schwimmt. Da die Mücken zu ihrer Entwicklung etwa nur vier Wochen bedürfen, so folgen sich in einem Sommer mehre Generationen. — Die **Kirschfliegen** legen ihre Eier in die Fruchtknoten der Kirschen und ihre Larven, welche, wie bei fast allen Fliegen, fußlose Maden sind, werden im Fleische der reifen Früchte außerordentlich häufig angetroffen. Die Pilze oder Champignons in den Wäldern wimmeln oft von den Maden zahlreicher mückenartiger Zweiflügler. Manche solche finden sich auch in Galläpfeln. Wie schnell im Sommer jedes todte Fleisch von den **Fleischfliegen** aufgesucht wird, welche ihre länglichen Eier, die sogenannten **Schmeißen**, an dasselbe legen, ist allgemein bekannt. Kann die Fliege das Fleisch, welches den Maden zur Nahrung dienen soll, nicht erreichen, so legt sie die Eier doch wenigstens in die Nähe, wo sie den Geruch vorzugsweise verspürt. Uebrigens kann es uns einen Wink über die Beschaffenheit dieses, wie eine wohlbedachte mütterliche Fürsorge für die zukünftige Nachkommenschaft anscheinenden, Triebes geben, daß man nicht selten bemerkt, wie die Blüthen gewisser aashaft stinkender Pflanzen, der seltsamen Stapelie und des Drakunkel-Arons, von jenen Fliegen umschwärmt und eifrigst mit Schmeißen belegt werden, die natürlich auf denselben unfehlbar verderben müssen. Die Schlupf- oder **Raupenfliegen** (Fig. 691) legen, wie die Schlupfwespen ihre Eier in Raupen und andre Insektenlarven, deren sie dadurch viele vernichten. Die **Bremsfliegen** (Fig. 700) setzen ihre Eier an die Haut der Rosse, Rinder und anderer Thiere ab, welche dieselben gelegentlich, indem sie sich belecken, in den Mund und Darmkanal bekommen, woselbst die Larven so lange leben bis sie zur Verpuppung reif sind. Dann lassen sie sich mit dem



Fig. 700.

Die Bremsfliege (Gastrus equi) mit ihrer Puppe.

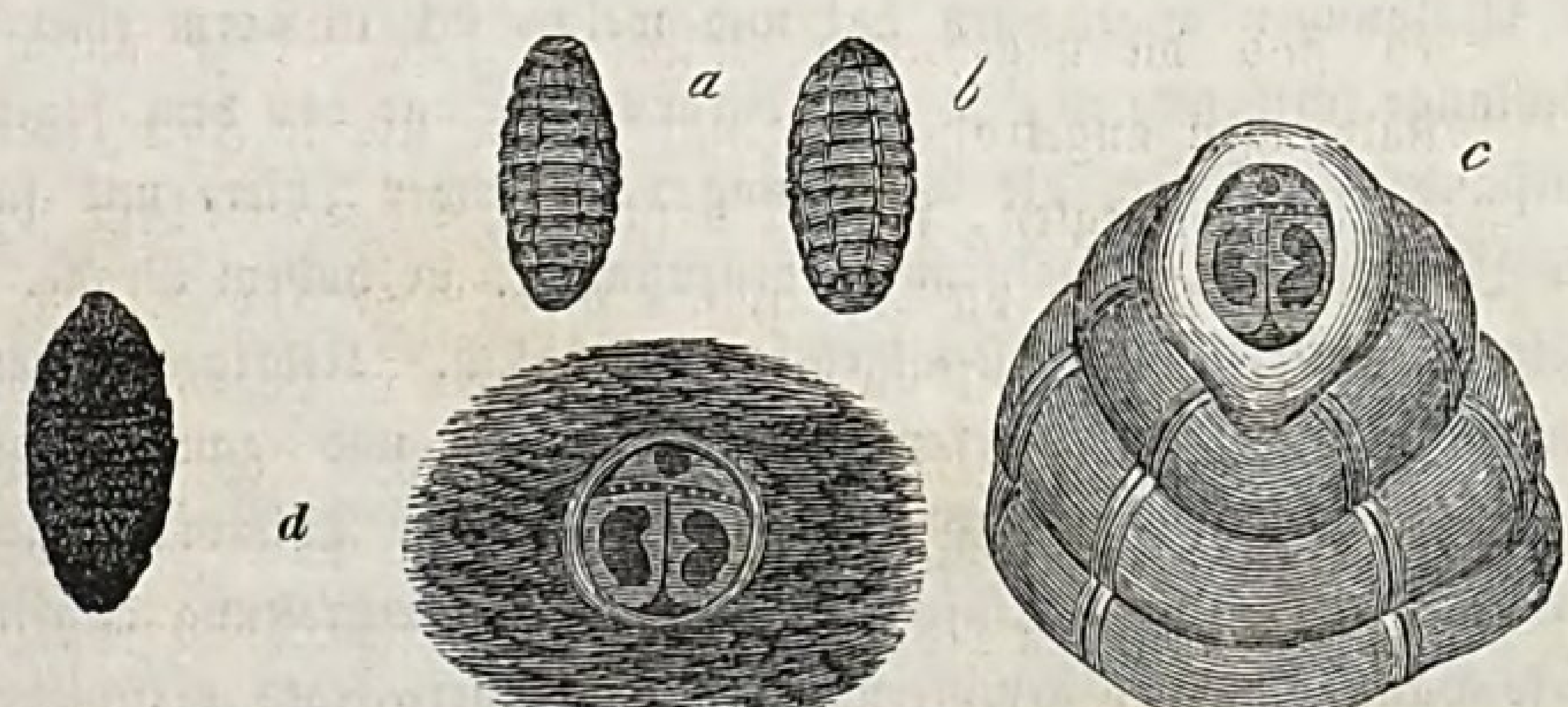


Fig 701. Die Made der Schafbremse (Oestrus ovis). *

* a von der Bauchseite; b von der Rückenseite; c der Hinterleib der Larve stark vergrößert; d die Beule in der Haut des Schafes, deren äußere Oeffnung mit dem Hinterleibe der Larve gefüllt ist.

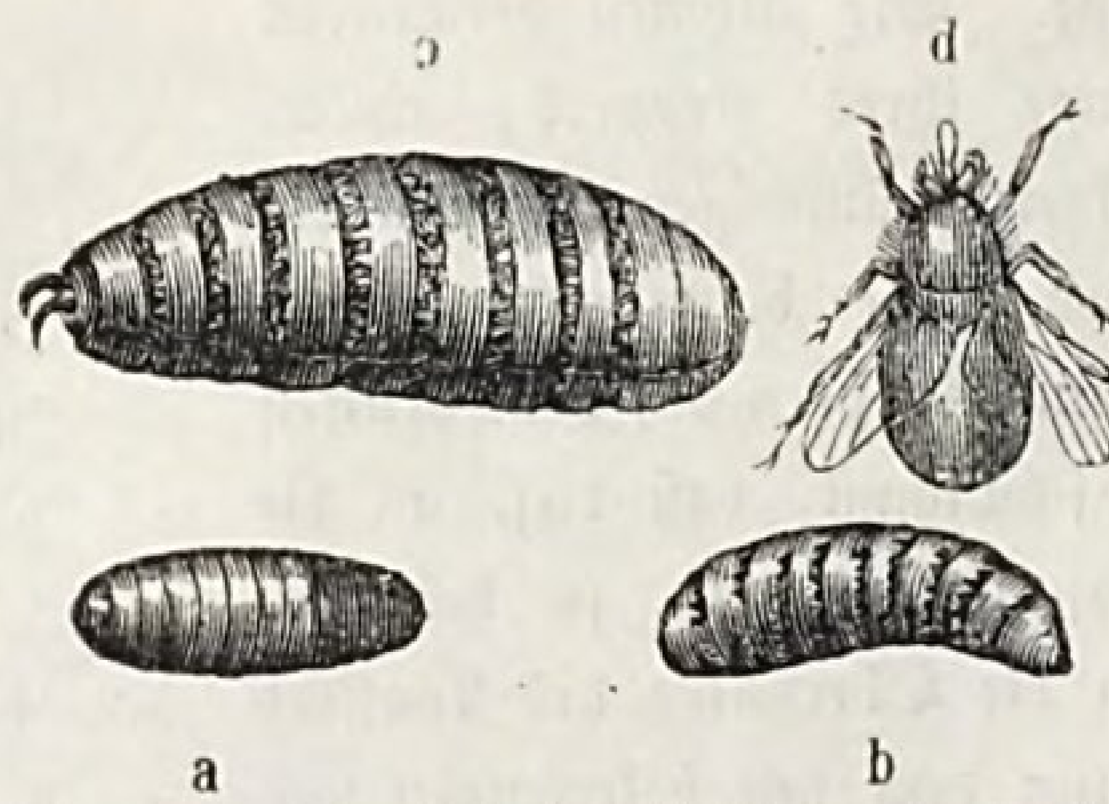


Fig. 702. Die Ochsenbremse (Oestrus bovis) *

* a Made; b Puppe; c dieselbe vergrößert; d das vollständige Insekt.

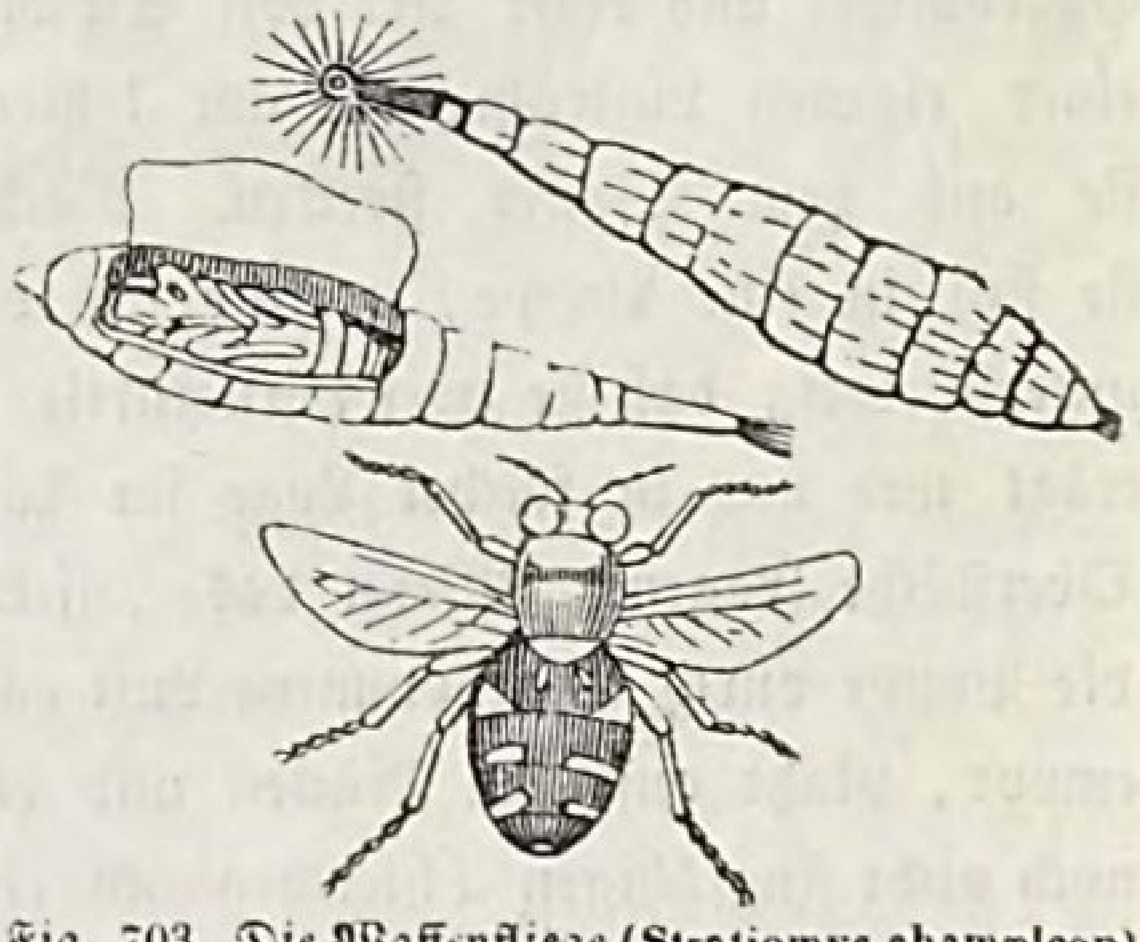


Fig. 703. Die Waffenfliege (Stratiomys chamaeleon) als Larve, Puppe, und vollkommenes Insekt.

Miste auswerfen und verpuppen sich in der Erde. Manche Larven bohren sich aber auch unter die Haut der Thiere und erzeugen dort sehr bösartige Beulen und Geschwüre (Fig. 701 u. 702), bevor sie sich zur Verpuppung wieder herausbegeben und auf die Erde fallen lassen. Die Larven der Fliegen (Fig. 703) häuten sich, wenn sie sich verpuppen wollen, gar nicht erst, sondern verpuppen sich innerhalb der Larvenhaut oder die Haut derselben schrumpft zu einem ei- oder tönnchenförmigen Gehäuschen zusammen, welches später so aufplatzt, daß sich gleichsam ein Deckel abhebt. Die Maden mancher Blumenfliegen (Syrphus) sind mit langen fadenförmigen schwanzartigen Anhängseln versehen. Man nennt solche Larven Schweinsmaden oder Rattenschwanzmaden. Besonders in sumfigem oder mistigem Wasser findet man sie. Der Schwanz dieser Maden besteht aus zwei in einander steckenden und ausschiebbaren Röhren, welche bis an die Oberfläche des Wassers gestreckt und dadurch mitunter 5 Zoll lang werden. Zur Verpuppung begeben sich die Thiere auf das Trockne, schrumpfen zu Tönnchen zusammen, bekommen aber dabei vier hörnerartige Athemröhren am Kopfe. Merkwürdig ist es, daß die Eier der Fleischfliegen mitunter schon ehe sie gelegt werden ausschlüpfen, so daß die lebendigen Maden gelegt werden, ja die Larven der sogenannten Lausfliegen (Pupipara) verwandeln sich sogar regelmäßig schon im Leibe des Weibchens, welches also auf diese Weise, anstatt Eier, zum Ausschlüpfen reife Puppen legt. — Die Maden einiger Fliegen sehen kleinen nackten Schnecken ähnlich. — Eine der wunderlichsten Erscheinungen sind die ungeheuren Ballen zahlloser Fliegenmaden, welche man mitunter in Waldungen angetroffen hat und welche sich in Form einer wohl 20 Fuß langen Schlange fortbewegten, so daß daraus die Sage von dem sogenannten Heerwurme entstand. — Durch die Vertilgung verwesender Thiere und faulenden Mistes nützen die Zweiflügler, zumal im Larvenzustande, in hohem Grade. Ihre ungeheure Vermehrung unterstützt diesen Erfolg vorzüglich. Uebrigens dienen sie ihrerseits einer großen Menge von Thieren, zumal Vögeln und ganz vorzüglich den Fischen zu einer unerschöpflichen Nahrung. Es gibt wenige Thierordnungen, in welchen die einzelnen Arten in so zahlloser Häufigkeit und Verbreitung angetroffen würden. Durch diese Häufigkeit wird gewissermaßen die geringere Zahl verschiedener Arten aufgewogen, durch welche diese Ordnung mehren andern Insektenordnungen so bedeutend nachsteht, indem wir bislang erst ungefähr 7000 Arten von Zweiflüglern kennen, aber nichtsdestoweniger doch zweiflüglige Insekten überall häufiger sehen, als irgend welche andere.

Fünfte Ordnung.

Die Libellen. Neuroptera.

Die Libellen (Fig. 704 und 705), auch Netzflügler oder Gitterflügler genannt, zu welchen man die Jungfern, die Eintagsfliegen, Ameisenlöwen, Florfliegen, Termiten und Köcherfliegen zu rechnen hat, zeichnen sich durch vier fast gleichförmige nackte Hautflügel aus, welche von einem äußerst zarten, floräḧnlichen Netze zahlreicher Luftadern durchzogen sind. Der Hinterleib dieser mit einer lederartigen Chitinhaut bekleideten Insekten pflegt sehr dünn und lang zu sein, so daß man einige derselben in manchen Gegenden „Teufelsnadeln" nennt. Ihre Freßwerkzeuge sind denen der Käfer sehr ähnlich, zum Beißen, nicht zum Saugen geschaffen, jedoch sind bei der Mehrzahl die Kiefer ziemlich weich, oft ganz häutig, und es gibt



Fig 704. Die Wasserjungfer (Agrion virgo).



Fig. 705. Die blaue Libelle (Libellula indiaca).

sogar solche, denen sie völlig fehlen. Die meisten Thiere dieser, wohl 3000 Arten zählenden, Ordnung kommen nicht als Maden aus den Eiern, sondern sind gleich anfangs mit allen Organen der vollkommenen Insekten versehen, nur pflegen solche theilweise in geringem Grade entwickelt zu sein. Unter mehrmaligen Häutungen entwickeln dieselben sich aber mehr und mehr, so daß die Gestalt des ausgebildeten Thieres, welches aus der sogenannten Larve zuletzt durch eine abermalige Häutung hervorgeht, nicht so überraschend von dieser verschieden ist, als bei den Käfern, Immen, Schmetterlingen und Zweiflüglern, welche sich so ganz vollkommen umwandeln. Man pflegt die Verwandlung, welche solche Libellen erleiden, eine unvollkommene Verwandlung zu nennen. Uebrigens werden wir sehen, daß auch die Gryllen und Ungeziefer nur eine solche erleiden.

Die Jungfern oder eigentlichen Libellen haben ziemlich starke Beißwerkzeuge und eine merkwürdig geformte Unterlippe, welche sich wie eine Art Maske aufwärts gebogen vor die Freßwerkzeuge der Thiere legt. Zwischen den zwei großen zusammengesetzten Augenballen stehen auf dem Scheitel drei einfache Punktaugen. Bei der Paarung, welche oft im Fliegen geschieht, faßt das Männchen das Weibchen mit einer am Ende seines Hinterleibes befindlichen Zange hinter dem Kopfe, und das Weibchen heftet das Ende seines Hinterleibes an den vordersten Hinterleibsring des Männchens. Das Weichen legt, an Wasserpflanzen sitzend, seine Eier in das Wasser. Die schlammfarbigen Jungen haben sehr unentwickelte Flügel, eine sehr große Maske (Unterlippe) vor dem ganzen Gesichte, und leben fast ein Jahr lang im Wasser, wobei sie allmählig auswachsen. Endlich kriechen sie an Schilf-

stängeln aus dem Wasser hervor, die Rückenhaut platzt auf, die Libelle zieht sich mühsam heraus, athmet, dehnt dadurch sich und ihre Flügel und fliegt fort, während die Hülle, wie lebend, sitzen bleibt. Die Libellen sind sehr räuberische Verfolger anderer Insekten, welche sie im Fluge fangen. Obgleich sie im Allgemeinen ziemlich vereinzelt zu leben pflegen, so hat man doch mitunter Wanderungen derselben in großen gemeinsamen Heereszügen wahrgenommen.

Die sogenannten Eintagsfliegen (Fig. 706) sind mit langen Vorderfüßen und mit sehr großen Vorderflügeln versehen; ihr Leib endigt in zwei bis drei langen, gegliederten Borsten. Die Larven (Fig. 707) leben in unberechenbarer Zahl in den Gewässern und unterscheiden sich von den vollkommenen Insekten nur dadurch, daß ihre Beine kurz, ihre Flügel sehr unentwickelt, die Schwanzborsten gewimpert sind, an den Seiten des Hinterleibes aber, an der Stelle der Luftröhren-



Fig. 706. Die Eintagsfliege (Ephemera vulgata).



Fig. 707. Die Larve der Eintagsfliege.



Fig. 709.
Der Ameisenlöwe; die Larve der Ameisenlibelle.

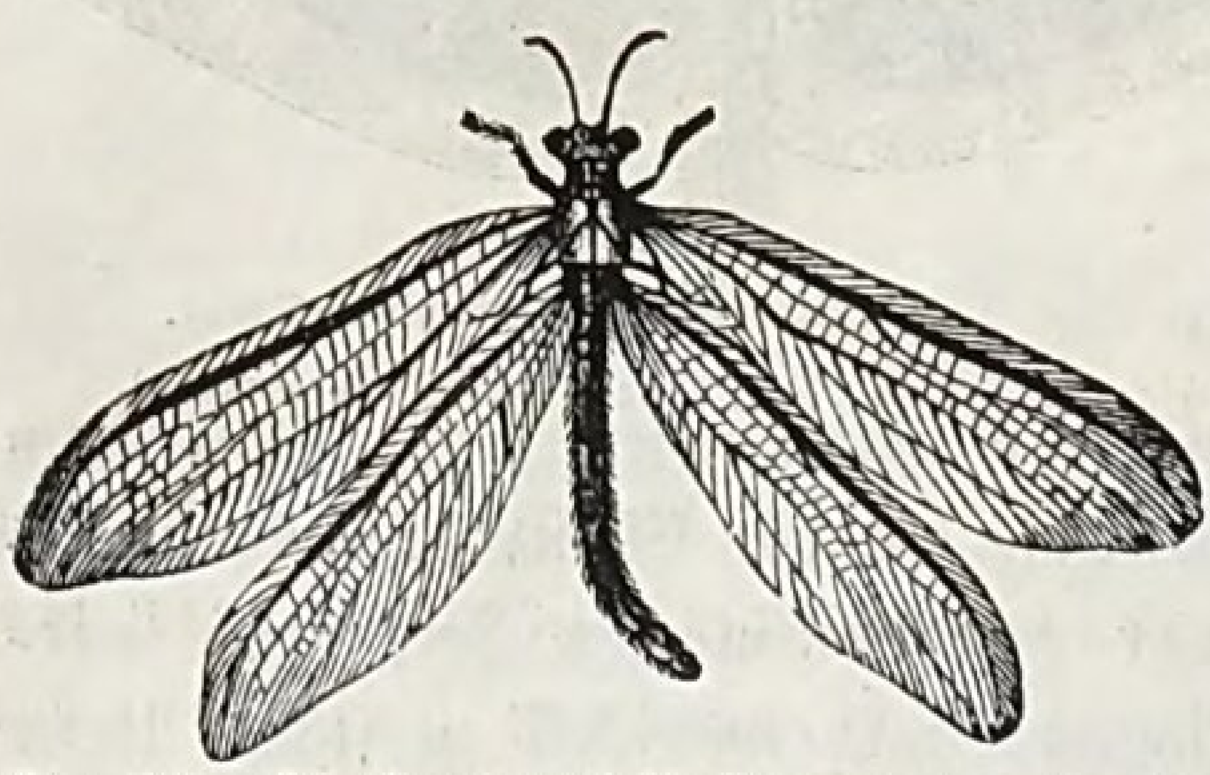


Fig. 708. Die Ameisenlibelle (Myrmecoleon formicarius).

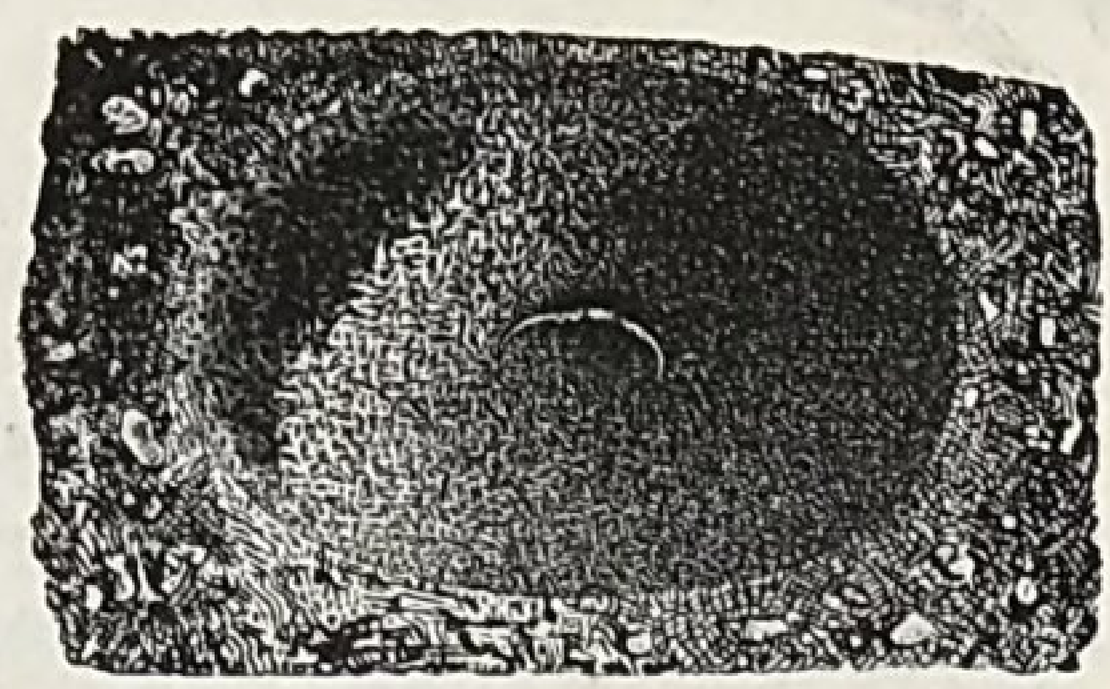


Fig. 710 Die Grube desselben.

mündungen, gewimperte Hautblättchen stehen, welche rudernd zugleich die Athmung verrichten und mit den Kiemen der wasserathmenden Wirbelthiere zu vergleichen sind. Sie leben zwei bis drei Jahre im Wasser, dann verwandeln sie sich mittelst einer Häutung sehr plötzlich, steigen in die Luft, setzen sich an irgend einen Gegenstand, oft an Menschen und Thieren und häuten sich nochmals, was sonst kein anderes zur Vollkommenheit gelangtes Insekt thut, und begatten sich in der Luft, worauf sogleich das Weibchen fliegend ein traubenförmiges Bündel von Eiern in das Wasser fallen läßt, um unmittelbar hinterdrein sammt dem Männchen todt ins Wasser zurückzusinken. Ganze Wolken dieser fliegenden Geschöpfe, welche allerdings nur einen Tag fliegen, schweben in Sommerabenden über den Gewässern. An den Ufern lassen sie mitunter ihre Hauthüllen, das sogenannte Uferhaft, in solchen Massen zurück, daß die Landleute ihre Felder damit düngen können. Keine Eintagsfliege genießt irgend eine Nahrung; ihre Freßwerkzeuge sind ganz unkenntlich, während die Larven deutliche beißende Mundtheile besitzen und sich mit deren Hülfe nähren.

Die Ameisenlibelle (Fig. 708) unterscheidet sich durch die allgemeine Gestalt wenig von einer gewöhnlichen Wasserjungfer. Die Larve dieses Thieres ist

bekannt unter dem Namen des Ameisenlöwen (Fig. 709 und 710). Ein solcher hat mit dem vollkommenen Insekte, aus dessen in den Sand gelegten Eiern er entstanden ist, noch keine Aehnlichkeit, sondern ist ganz flügellos, mit einem sehr kurzen und breiten Hinterleibe, kleinem Kopfe und sehr langen, zangenförmigen Oberkiefern versehen. Seinen Namen verdankt er dem Umstande, daß er mit großer Raubgier den Ameisen und andern kleinen Insekten, von deren Säften er sich nährt, auflauert, wobei er den sehr merkwürdigen Instinkt besitzt, sich im Sande eine Falle, in Form einer flachen, trichterförmigen Grube, auf bewundernswürdige Weise auszutiefen und am Grunde derselben so verborgen zu halten, daß nur seine Zangen hervordrohen und der Beute auflauern, deren Hinabsinken das Thier noch obendrein durch eine mit dem Kopfe geschleuderte Sandladung zu befördern weiß. Der Ameisenlöwe verpuppt sich zu seiner Verwandlung und spinnt sich von weißen Seidenfädchen, aus Schleimdrüsen, welche sich an seinem Hinterleibe befinden, eine mit feinen Sandkörnchen dicht beklebte Puppenhülle.

Die Florfliegen, welche ihre Eier mit fadenförmigen Stielen an Pflanzen befestigen, nützen in ihrem Larvenzustande, in welchem sie an sehr langen Hinterbeinen kenntlich sind, durch die Vertilgung zahlloser Blattläuse.

In diese Ordnung gehören auch die Termiten (Fig. 711), die Ameisen der heißen Länder Amerika's, Asiens und Afrika's, welche ganz wie bei uns die Ameisen leben, mitunter auf Bäumen wohnen, zum Theil aber von Lehm und Sand zuckerhutförmige, bis 15 Fuß hohe Gebäude (Fig. 712) zusammentragen. Man unterscheidet auch bei ihnen „Arbeiter", diese sind aber nur die Larven, welche viel kleiner sind als das ausgebildete Insekt, dessen Länge bei einigen Arten fast einen Zoll erreicht. Die Weibchen, welche zu Zeiten geflügelt sind, schwellen nach der Paarung durch die Eiermasse so sehr an, daß sie kaum erkennbar bleiben. Diese Thiere richten durch ihre Gefräßigkeit in Waldungen und in den Wohnungen der Menschen die grenzenlosesten Zerstörungen an.

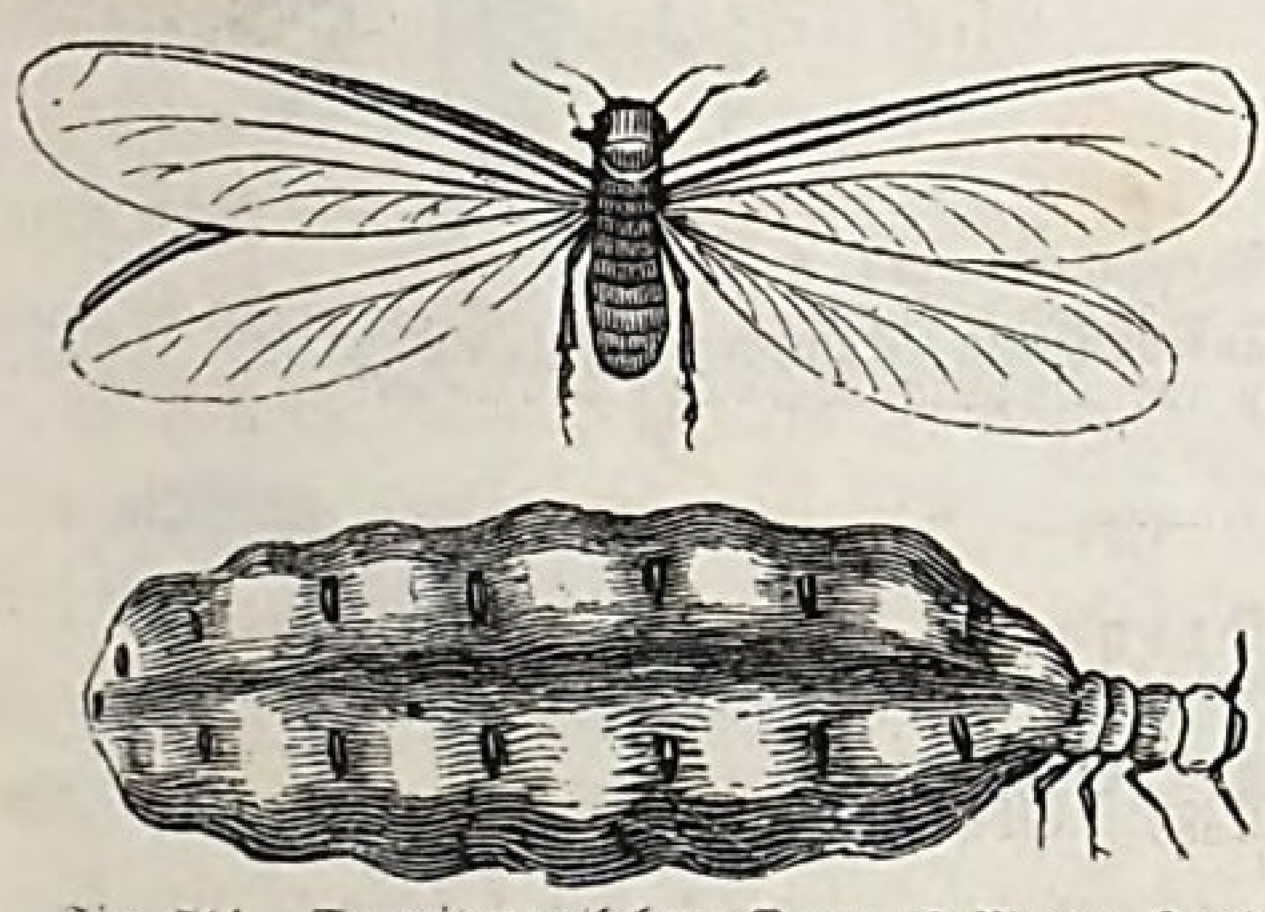


Fig. 711. Termitenweibchen (Termes bellicosus fem.) in geflügeltem Zustande und mit Eiern gefüllt.

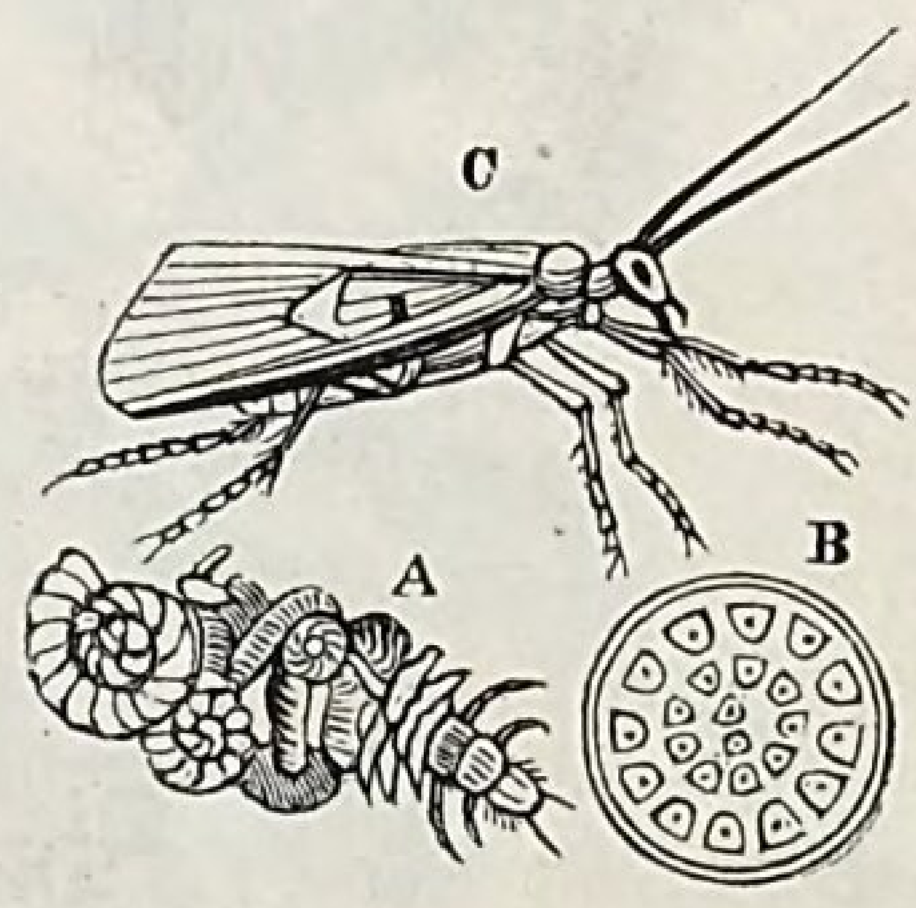
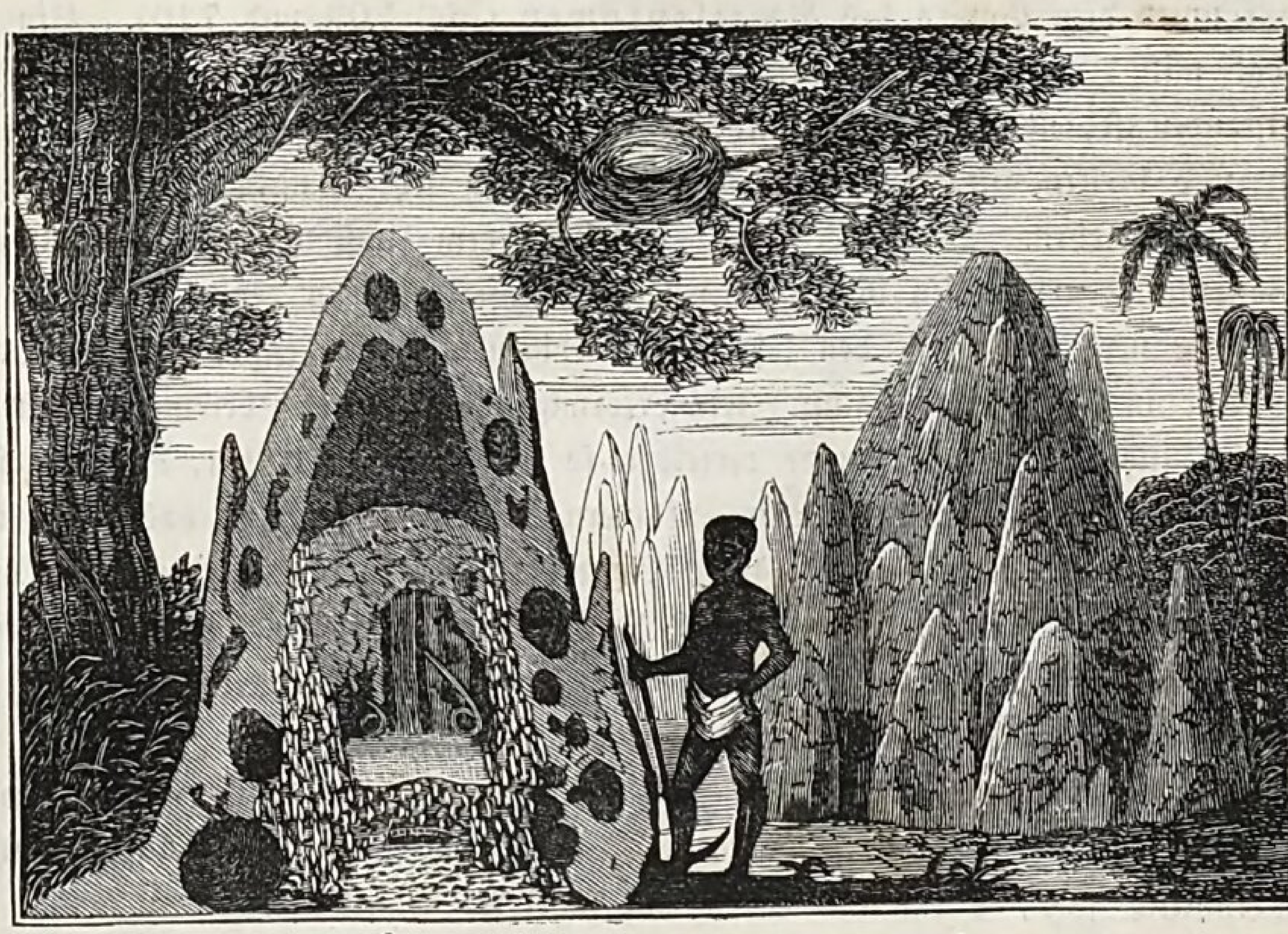


Fig. 713. Die Köcherfliege (Phryganea grandis).
* A Larve im Gehäuse; B rostartiger Deckel desselben vergrößert; C vollkommenes Insekt.

Die Köcherfliegen (Fig. 713), kenntlich an stark behaarten Hinterflügeln, sehen auf den ersten Blick kleinen Nachtschmetterlingen ähnlich und nähren sich mit ihren verkümmerten Mundtheilen nur von Blumensäften. Ihre wurmförmigen Larven leben im Wasser, und zwar in sehr seltsamen köcherförmigen Gehäusen (Fig. 714 a bis g), welche sie sich aus Sandkörnern, Holzstückchen, Schneckenhäuschen u. s. w. zusammenleimen, und mit welchen sie, nur den Kopf und die Vorderfüße hervorstreckend, auf dem Grunde der Gewässer herumkriechen.



a b c

Fig. 712. Termittengebäude; — *a* Nest der Baumtermite (Termes destructor) die Gänge am Stamme, das Nest an den Zweigen; *b* Nest der Kriegstermite (Termes bellicosus) geöffnet; *c* dasselbe in unversehrtem Zustande.

a b c d e f g



Fig. 714 Gehäuse von Phryganeenlarven. *

* *a* aus Blättern; *b* aus Schilf; *cdefg* aus Muscheln, Schnecken u. dgl. mehr.

Sechste Ordnung.

Die Gryllen. Orthoptera.

Durch die völlige Uebereinstimmung im Bau der Freßwerkzeuge und manche andere Aehnlichkeiten sehr nahe mit den Käfern verwandt, unterscheiden sich die Gryllen von diesen einerseits durch die Beschaffenheit der Flügel, andererseits durch den nur mit einer sehr unvollkommenen Verwandlung verbundenen Entwicklungsgang. Die Flügel der Heuschrecken (Fig. 715), der Mullwurfsgryllen (Fig. 716), der gemeinen Hausgryllen oder Schaben (Fig. 717), Heimchen (Fig. 718) und aller diesen genannten zunächst verwandten Gattungen sind ziemlich groß, die hintern, breitern dünnhäutig, die vordern, schmälern pergamentartig. Letztere bilden eine Art von Flügeldecke, während die erstern unter



Fig. 715. Die Schnarrheuschrecke (Acridium stridulum).



Fig. 718. Das Heimchen (Gryllus domesticus).



Fig. 716. Die Mullwurfsgrille (Gryllotalpa vulgaris).



Fig. 717. Die Küchenschabe (Blatta orientalis).

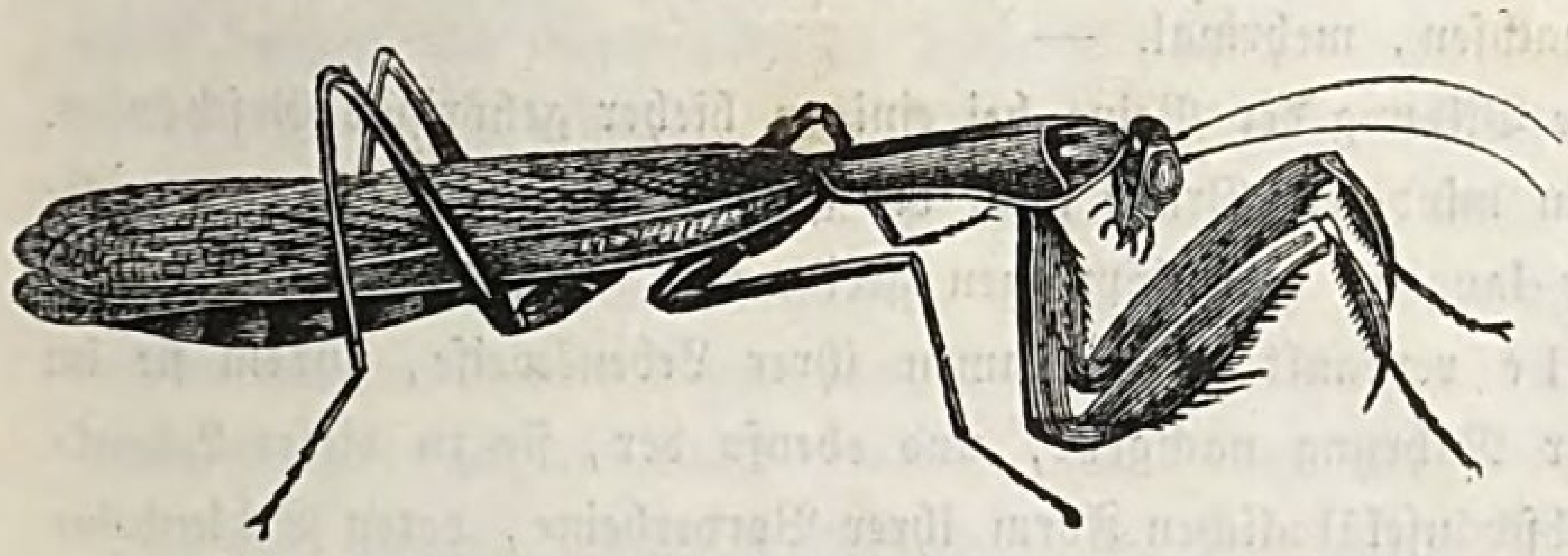


Fig. 720. Die Gottesanbeterin (Mantis religiosa).



Fig. 721. Der Oehrling (Forficula auricularia).



Fig. 722. Das Springschwänzchen (Podura aquatica); 24fach vergrößert.

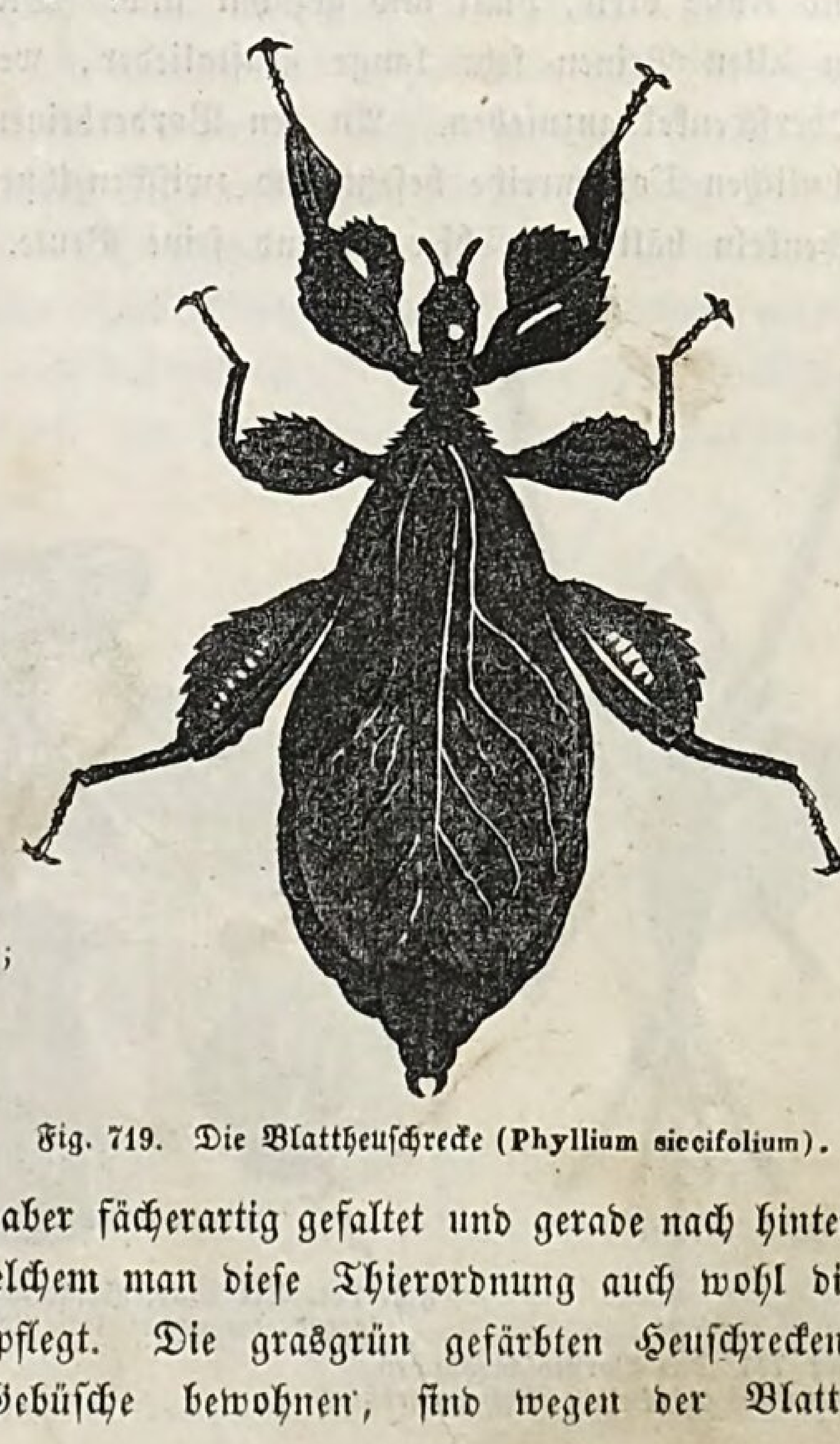


Fig. 719. Die Blattheuschrecke (Phyllium siccifolium).

denselben verborgen liegen, wobei sie aber fächerartig gefaltet und gerade nach hinten gestreckt sind, ein Merkmal, nach welchem man diese Thierordnung auch wohl die der Geradflügler zu nennen pflegt. Die grasgrün gefärbten Heuschrecken, welche unsere Kartoffelfelder und Gebüsche bewohnen, sind wegen der Blatt=

ähnlichkeit ihrer Flügel auf den Blättern oft kaum zu finden. Es gibt andere ihnen nahe verwandte Insekten, besonders in den wärmern Ländern Südeuropa's und Afrika's, welche man geradezu „wandelnde Blätter" benannt hat, wie die ostindische Battheuschrecke (Fig. 719) und die Gottesanbeterin (Fig. 720). Die Oehrlinge oder Ohrwürmer (Fig. 721), welche nur sehr kurze, den Hinterleib nicht bedeckende Flügel besitzen, sowie die Springschwänze (Fig. 722), Lappenschwänze (Fig. 723) und Zuckergäste, welche gar keine Spur von Flügeln aufzuweisen haben, müssen wegen ihrer übrigen Organisation und ihrer Entwicklungsweise doch als nahverwandte Angehörige der gleichen Ordnung betrachtet werden.

Was die Entwicklungsweise aller der genannten Thiere anbetrifft, so erleiden einige von ihnen, nämlich die ungeflügelten, gar keine erhebliche Umwandlung und die übrigen hauptsächlich nur in so fern, als sie anfänglich der Flügel ganz oder fast ganz entbehren und solche erst allmählig ausgebildet werden. Die Thiere häuten sich, während sie wachsen, mehrmal. —

Merkwürdig ist die Bildung der Beine bei einigen hieher gehörigen Geschöpfen. Die Heuschrecken und in minderem Grade auch die Feldgryllen und Heimchen zeichnen sich durch ihre sehr langen, zum Springen geeigneten, Hinterbeine aus. Die Mullwurfsgrylle verdankt ihren Namen ihrer Lebensweise, indem sie im Erdboden wühlend ihrer Nahrung nachgeht, und ebenso der, sie zu dieser Lebensweise befähigenden, grabschaufelähnlichen Form ihrer Vorderbeine, deren Schienbeine und Füße breit, platt und gezähnt sind. Die sogenannte Gottesanbeterin hat an allen Beinen sehr lange Hüftglieder, welche man versucht sein könnte, für Oberschenkel anzusehen. An den Vorderbeinen sind diese Glieder mit einer sägenähnlichen Dornenreihe besetzt und zwischen ihnen und den aufwärts gebogenen Oberschenkeln hält das Thier fressend seine Beute. Man fand in der Stellung dieses



Fig. 723. Das Borstenschwänzchen (Machilis polypoda); 8fach vergrößert.

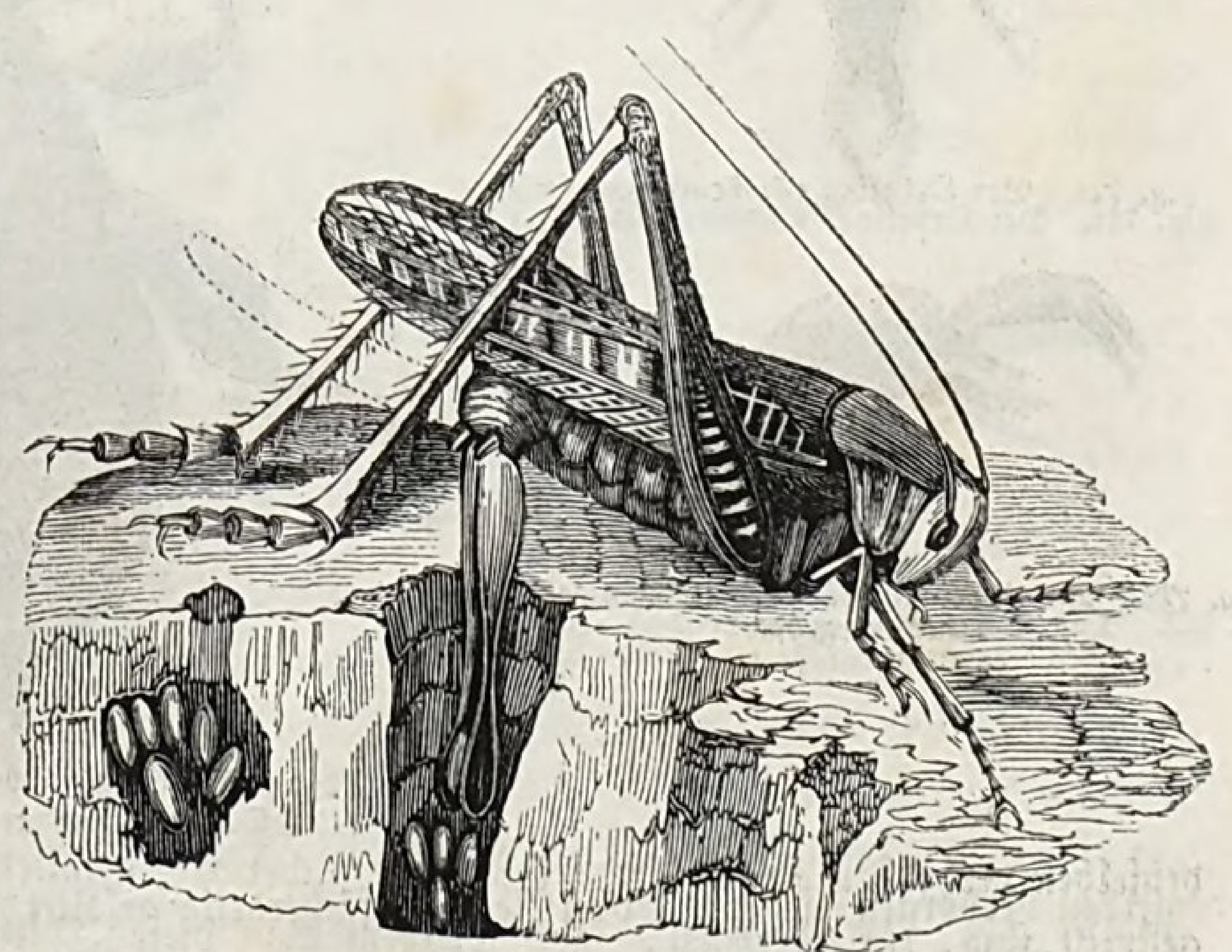


Fig. 724. Die Warzenbeißerin (Decticus verrucivorus fem.) ihre Eier in die Erde legend; die gewöhnliche Lage des Stachels ist durch Punkte angedeutet.

Insektes eine gewisse Aehnlichkeit mit der Stellung, in welcher die Muhammedaner zu beten pflegen; daher der übrigens sinnlose Name dieser Fangheuschrecke.

Die Anhängsel, in welche der Hinterleib mancher Gryllen und verwandter Thiere endigt, verdienen ebenfalls unsere Aufmerksamkeit. Das Weibchen der gemeinen Laubheuschrecken und das der Warzenheuschrecken (Fig. 724) trägt eine lange säbelförmige, aus zwei Hohlrinnen bestehende Legescheide, mit deren Hülfe es seine Eier in die Erde legt. Aehnliche Legescheiden haben die Heimchen u. m. a. Die eigentlichen Gryllen und Mullwurfsgryllen tragen zwei gegliederte Schwanzfäden, welche fast wie Fühlhörner gebildet sind; auch bei den Schaben, welche durch die platte Form ihres Leibes an die Schwimmkäfer erinnern, fehlen kurze derartige Borsten oder Griffel nicht. Beim Oehrlinge erscheinen aber diese Organe als ein Fangwerkzeug, indem sie eine vollkommene bewegliche Zange darstellen, und bei den Springschwänzen bilden sie die sogenannte Springgabel, deren sich diese Thierchen zum Sprunge bedienen, indem sie dieselbe unter sich nach vorn beugen und dann plötzlich zurückschnellen.

Die Heuschrecken und Gryllen machen sich durch lautes Zirpen zu manchen Zeiten nicht wenig hörbar. Die Männchen locken durch diese Töne die Weibchen herbei. Das zirpende Geräusch, welches alle Töne anderer Insekten übertrifft, wird vermittelst eines eigenthümlichen Schallwerkzeuges hervorgebracht, nämlich vermittelst einer hohlen Blase, welche sich in den Flügeln gerade vor der Oeffnung eines sehr großen Stigmenpaares befindet, und zweier, durch die Strömungen der Luft in schwirrende Bewegung gesetzter Häute innerhalb dieser, am ersten Hinterleibsringe befindlichen, Stigmen. — Die Heuschrecken und Gryllen sind die einzigen Insekten, bei welchen man mit Sicherheit besondere Gehörorgane aufgefunden hat. Bei den Schnarrheuschrecken (Acridium) liegt am letzten Vorderleibsringe eine mit einem Paukenhäutchen überzogene Ohrhöhlung, und hinter dieser ein Gehörbläschen, zu welchem vom dritten Vorderleibsganglion ein Gehörnerv gelangt. Bei andern Heuschrecken (Locusta) und bei den Gryllen liegt ein ganz ähnlich gebildetes Gehörswerkzeug am Kniegelenke der Vorderbeine. Es steht dasselbe bei den letztern Thieren in Verbindung mit einer Blase der in das Bein eindringenden Trachee. Die Tracheen aller Geradflügler, welche sich durch längere Hinterbeine auszeichnen, sind nicht wie bei den übrigen Insekten, röhrenförmig, sondern blasenförmig, also lungenähnlich.

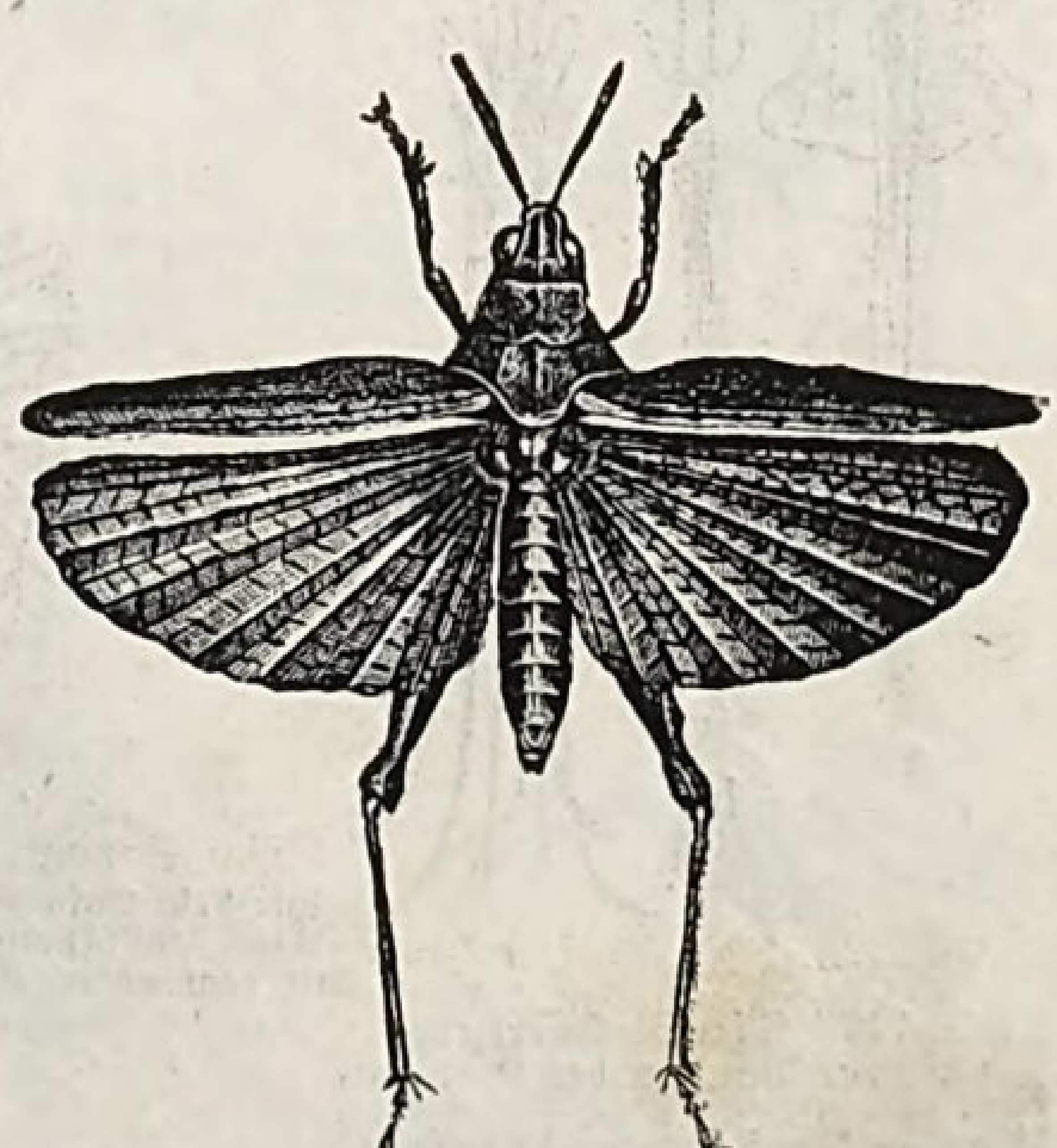


Fig. 725. Die Wanderheuschrecke (Acridium migratorium); — ½ d. nat. Gr.

Bei der außerordentlichen Gefräßigkeit sämmtlicher Insekten dieser, an Zahl der Arten kaum über 1000 ansteigenden, Ordnung richten, wie wir nur zu oft zu empfinden Gelegenheit haben, manche derselben, theils als lästiges Hausungeziefer, theils in Gärten und Feldern nicht geringen Schaden an, besonders diejenigen Arten, deren Häu-

sigkeit in manchen Jahren, welche ihrem Gedeihen günstig sind, besorgnißerregend werden kann. Wahrhaft furchtbar sind die Verheerungen, welche durch einige Heuschreckenarten (Fig. 725) angerichtet werden, wenn diese aus uns noch unbekannten Ursachen sich plötzlich zu unermeßlichen Heereszügen ansammeln und große Wanderungen durch ganze Länder vollführen. Wo sie sich niederlassen, bleibt keine Spur eines Blättchens oder Hälmchens auf meilenweiten Gefilden zurück. Nur selten sind bis jetzt solche Heuschreckenzüge in Deutschland beobachtet worden; dagegen sind dieselben im südlichen Rußland eine häufige Landplage und auch andere Länder des südlichen Europa's kennen diese.

Siebente Ordnung.

Die Ungeziefer. Hemiptera.

Wir müssen den Abscheu und Ekel, welchen die Mehrzahl der Thiere dieser Ordnung, durch die mit dem Gedanken an sie fast unvermeidlich verbundene Erinnerung an Unreinlichkeit und Versunkenheit, in uns erweckt, auf einen Augenblick überwinden, um auch diese Geschöpfe kennen zu lernen, deren bloßen Anblick wir sonst so gern vermeiden. Die Cicaden, Wanzen, Flöhe, Läuse, Blattläuse und Schildläuse bilden diese unsaubere Gesellschaft, welche theils auf Pflanzen, theils auf Thieren lebt und sich von Säften derselben nährt. Zu diesem Zwecke sind sie mit einem fein pfriemen- oder schnabelförmigen Stech- und Saugrüssel (Fig. 726) versehen, welcher aus einer langen, festen, scheidenförmigen, drei- bis vierfach gegliederten Unterlippe, drei bis vier in dieser Scheide befindlichen Bohrspießen und einer kurzen Oberlippe besteht. Die Bohrspieße sind die Kiefern; die den Unterkiefern entsprechenden pflegen nahe vor ihrem Anfange vereinigt zu sein. Den Stechrüssel tragen diese Thiere, wenn sie denselben nicht gerade anwenden, unter den Kopf zurückgebogen (Fig. 727), und er ist bei einigen so lang, daß er in dieser Lage noch über den Hinterleib hinausragt.

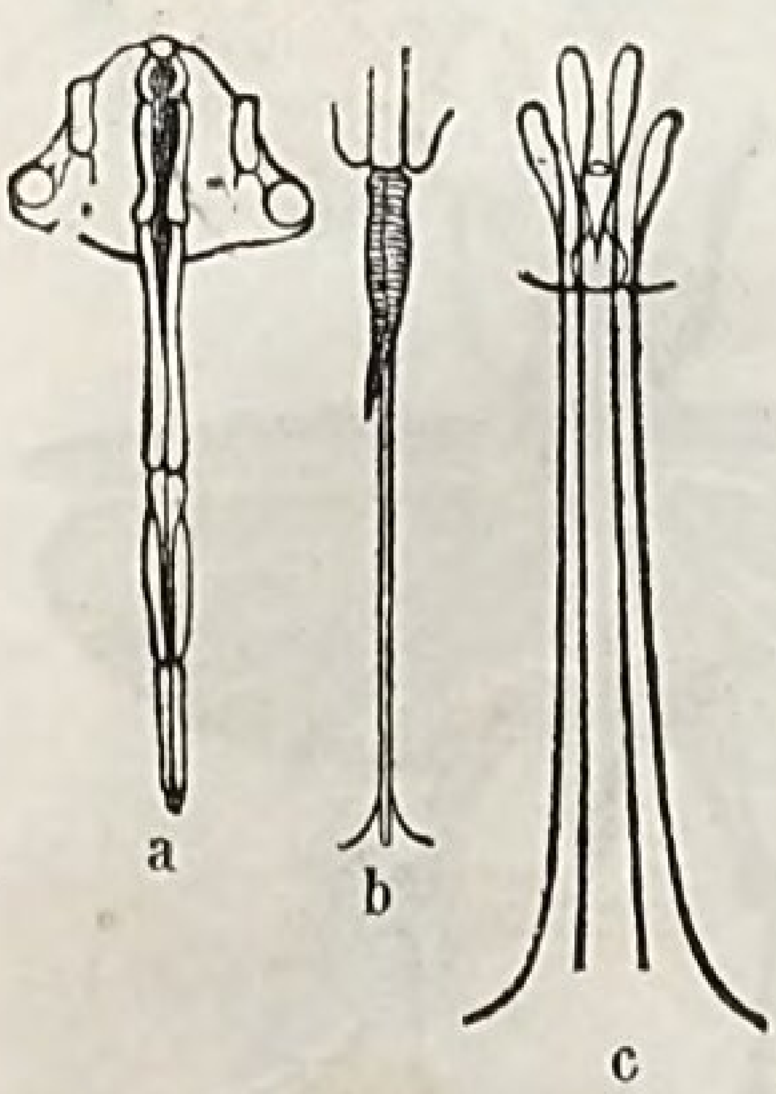


Fig. 726. Die Stechwerkzeuge einer Baumwanze. *

* a Der Kopf von der Unterseite mit dem Rüssel in vierfacher Gr.; b die Oberlippe und die Bohrspieße nach Hinwegnahme der Scheide (Unterlippe); c die Bohrspieße auseinandergelegt.



Fig 727.
Eine Baumwanze von der Bauchseite mit dem untergeschlagenen Stechrüssel; doppelte Größe.

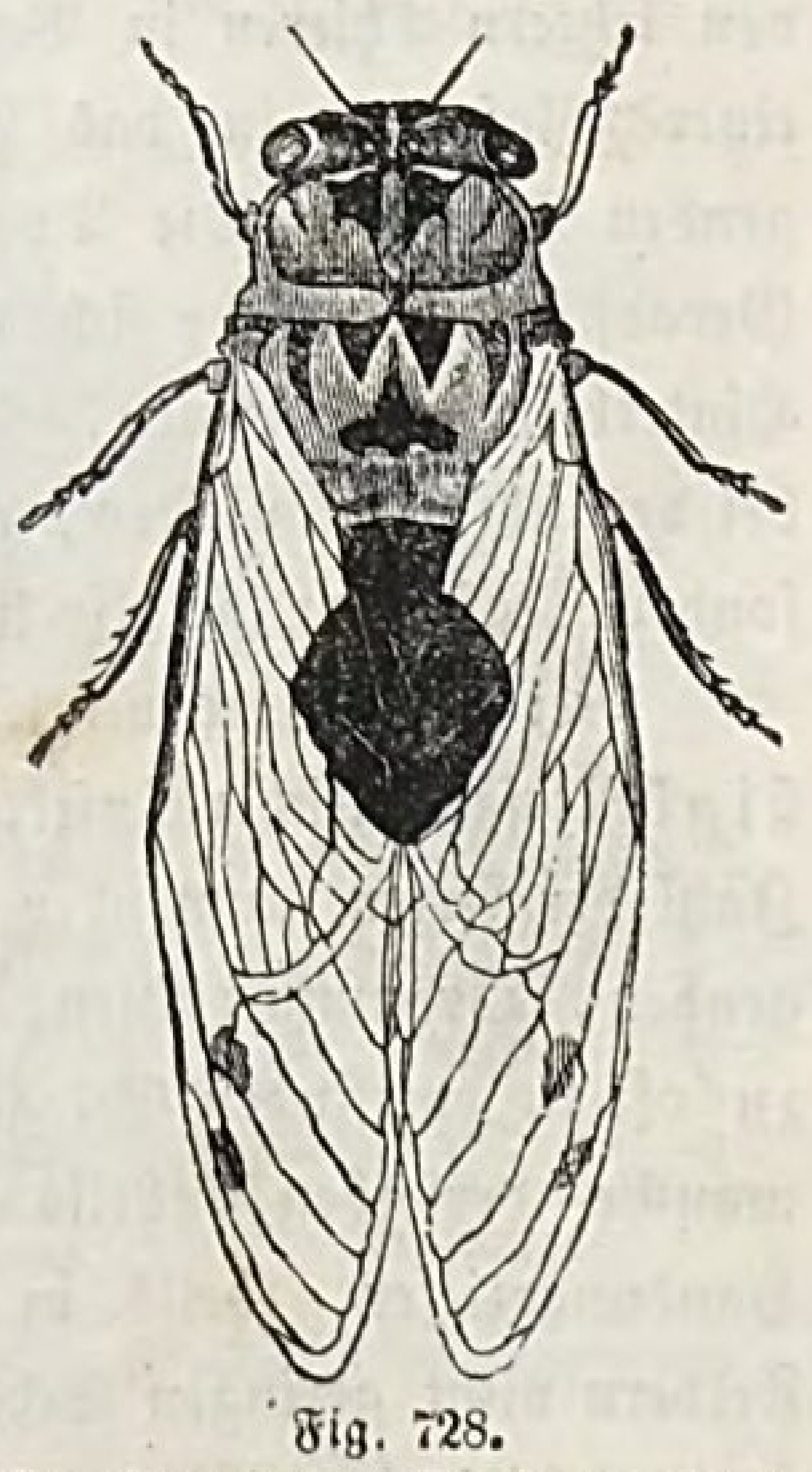
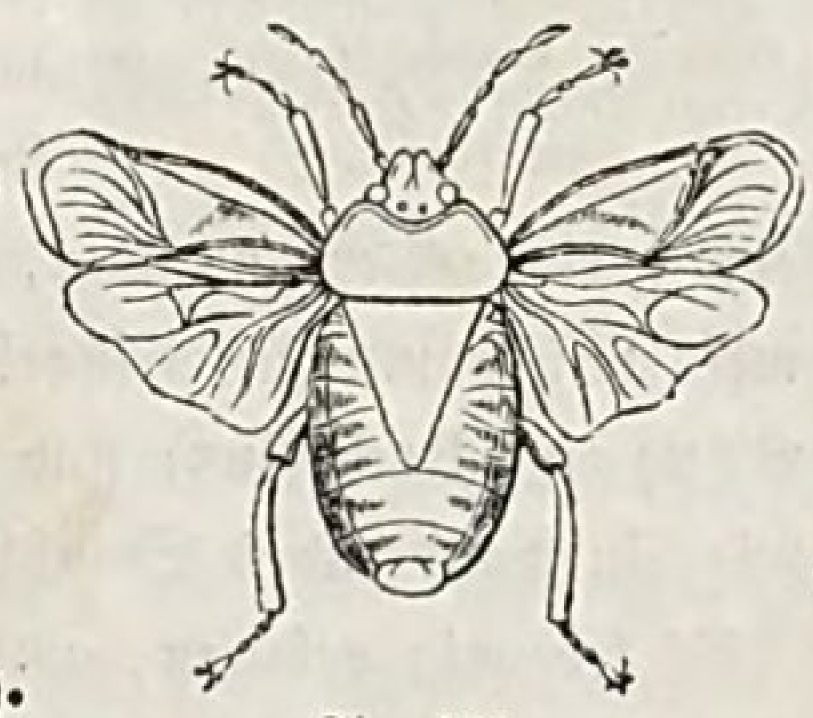


Fig. 728.
Die Singcicade (Cicada maculata).

Die Cicaden (Fig. 728) besitzen vier ziemlich große, häutige Flügel. Sie belästigen den Menschen wenig, da sie sich nur von Pflanzensäften nähren und nicht übermäßig vermehren. Einige Arten haben eine ähnliche Vorrichtung zur Hervorbringung zirpender Töne, wie die Heuschrecken, und erfüllen die Luft mit einem ohrenquälenden unaufhörlichen Gesange. Es gibt solche, welche in einigen Ländern gegessen werden. Andere nützen, indem sie die Pflanzen, welche sie anbohren, dadurch veranlassen, den Mannazuckersaft, welcher als Arzneimittel dient und welcher getrocknet gesammelt wird, ausfließen zu lassen. Bei uns bemerkt man nur hie und da die kleine Schaumcicade, welche, so lange sie jung und unbeflügelt ist, den Saft mancher Pflanzen, auf denen sie lebt, nachdem sie ihn verdaut hat, zu Schaum aufbläst, so daß er sie wie ein Speichel umhüllt. Man findet diesen Speichel, welchen das Volk Kuckuksspeichel nennt, nicht selten an Garten- und Wiesenpflanzen. — Die sogenannten Laternenträger (Fig. 729) sind cicadenartige Insekten, deren kolbenartig nach vorn verlängerte Stirn, die sogenannte Laterne, nach einer Fabel die Eigenschaft haben sollte, im Dunkeln zu leuchten.

Die Wanzen sind größtentheils auch mit vier häutigen Flügeln versehen, von denen aber die vordern zur Hälfte lederartig sind und somit eine Art halber Flügeldecken bilden, weßhalb diese Thiere (Fig. 730 bis 734) auch wohl Halbflügler oder Halbdecker genannt werden. Die Bettwanzen sind fast noch nie mit Flügeln angetroffen worden. Viele Wanzenarten leben nur von Pflanzensäften, alle aber sind durch einen übeln Duft, welchen sie verbreiten und überall auf ihrem Wege zurücklassen, höchst widerlich. Die Wasserwanzen sind Halbdecker, ausgezeichnet durch ihre langen Schwimmbeine. Sie sind nebst den Skorpionwanzen, welche


Fig. 729. Der Laternträger (Fulgura laternaria).


Fig. 730
Die Baumwanze (Pentatoma baccarum) von der Rückenseite mit ausgespannten Flügeln.

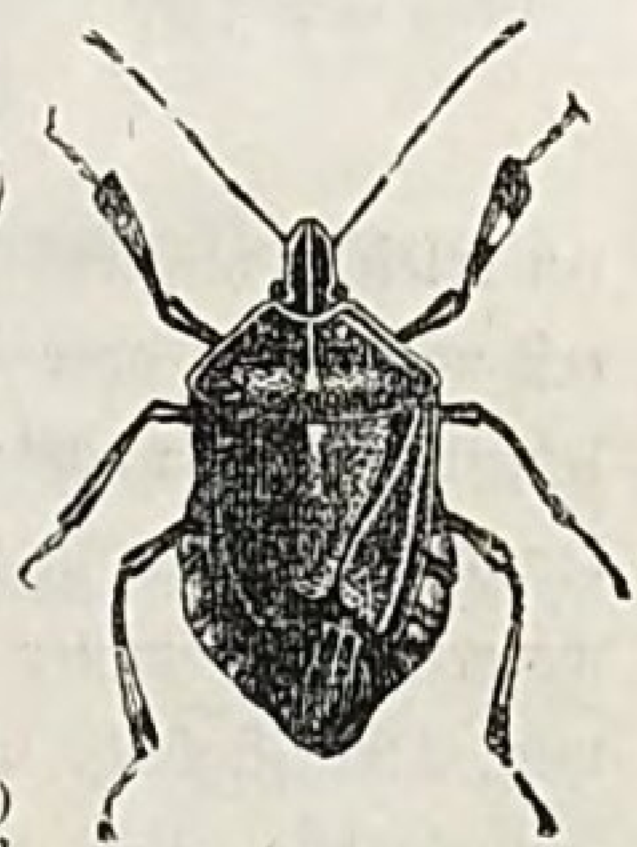
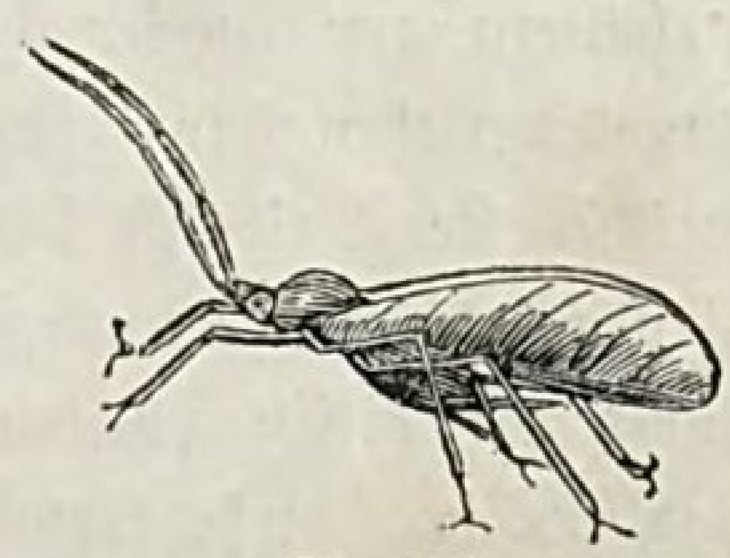

Fig. 731. Die braune Schildwanze (Tetyra maura).


Fig. 732. Die Bettwanze (Acanthia lectularia); 4fach vergrößert.


Fig. 733. Die Wasserwanze (Notonecta glauca).


Fig. 734. Die Skorpionwanze (Nepa cinerea).


Fig. 735. Eine geflügelte Rosenblattlaus (Aphis rosarum); 12fach vergrößert.

sich durch ihre nach vorn gestreckten, taschenmesserartig einschlagbaren Vorderbeine kenntlich machen, fast die einzigen das Wasser bewohnende Thiere dieser Ordnung.

Die Blattläuse (Fig. 735) sind meistens ungeflügelt; nur zur Herbstzeit findet man solche, welche mit vier langen glashellen Flügeln versehen sind. Auf dem Hinterleibe tragen diese Thiere zwei lange borstenförmige Röhren, durch welche sie Honigsaft ausschwitzen, weßhalb sie häufig von den Ameisen aufgesucht werden.

Die Schildläuse besitzen auch mitunter noch Flügel, jedoch nur die Männchen, während die Weibchen derselben stets entbehren und fast unbeweglich an den Pflanzen sitzen, an deren Blättern und Zweigen sie sich wie ein Schorf oder Ausschlag zeigen. Einige Arten dieser, in unsern Gärten und besonders Treibhäusern höchst unangenehmen Thiere, werden sehr nützlich, indem man sie in Mexico und andern heißen Ländern, auch in Südeuropa unter dem Namen Kermes oder Cochenille, ihres Saftes wegen einsammelt und als rothe Malerfarbe benutzt; andere bewirken durch ihre Stiche an gewissen Feigenbäumen in Ostindien den Ausfluß des Gummilacks oder Schellacks.



Fig 736. Der gemeine Floh (Pulex irritans); 18fach vergrößert.



Fig 737. Die Menschenkopflaus (Pediculus capitis) nebst ihren Eiern (Nissen) an Haaren; 20fach vergrößert.

Die Flöhe (Fig. 736) haben nie Flügel. Die Länge der Hinterbeine befähigt diese, den Menschen und Thieren so lästigen Insekten, ungeheuere Sprünge zu machen.

Die Läuse (Fig. 737) sind ebenfalls stets ungeflügelt. — Die meisten Ungeziefer haben eine äußerst starke, bei den an Thieren und Menschen lebenden durch Unreinlichkeit stets sich übermäßig steigernde, Vermehrung. Die Geflügelten erleiden meistens eine geringe Verwandlung, indem sie anfangs ungeflügelt sind und erst nach einer oder mehreren Häutungen Flügel erhalten. Die Larven der in Häusern lebenden Kehrichtwanzen (Reduvius) sind letztern ziemlich unähnlich, aber sehr kenntlich, indem sie wie ein wanderndes Staubhäufchen aussehen. Die Blattläuse werden im Sommer stets lebendig geboren, und zwar in außerordentlicher Häufigkeit und Schnelligkeit, wovon man sich leicht durch eigene Beobachtung überzeugen kann. Im Herbste allein existiren von diesen Thieren Männchen und um diese Jahreszeit werden auch Eier gelegt, welche überwintern. Im Sommer pflanzen die Weibchen sich ohne besondere Begattung fort, indem dieselben mit besondern täschchenartigen Behältern zur Aufbewahrung des von den Männchen empfangenen Befruchtungsstoffes versehen sind, vermittelst dessen sogar auch die lebendig geborenen Jungen, welche alle Weibchen sind, in der Geburt befruchtet werden, und es folgen sich so binnen wenigen Monaten wohl zehn Nachkommenschaftsstufen. Eine Verwandlung findet bei diesen Thieren gar nicht statt, wohl aber eine Häutung. Die Läuse und Schildläuse verwandeln sich ebenfalls gar nicht. Die Eier der erstern (Fig. 737) sind unter dem Namen Nisse bekannt. Alle Thiere dieser Ordnung sehen übrigens, abgesehen von der vollkommenen Entwicklung ihrer sechs Beine, larvenartig aus, indem Vorderleib und Hinterleib, mitunter sogar auch der Kopf, wenig von einander gesondert sind. Viele derselben besitzen auch nur Punktaugen. —

Der Floh, welcher auch durch manche andere Eigenthümlichkeiten sich von den übrigen Ungeziefern absondert, hat eine vollkommene Verwandlung. Die Weibchen, welche man leicht an ihrer Form und bedeutenderen Größe von den Männchen, deren Hinterleib stets klein und in die Höhe gebogen erscheint, unterscheidet, legen ihre Eier auf die Erde in den Staub, z. B. in die Fugen des Fußbodens in Zimmern, Werkstätten u. s. w., woselbst sich aus denselben kleine weiße Maden entwickeln, welche sich später in flohähnliche, aber weiße, Puppen verwandeln. Jede Feuchtigkeit dient ihnen als Nahrung. Waschen der Fußböden mit Seifen- oder Aschenlauge, überhaupt Reinlichkeit, schützt allein gegen die Plage dieser Thiere. Reinlichkeit, diese des Menschen so würdige Tugend, Reinlichkeit in vollstem Maße und in allen Stücken ist auch gegen alles andere Ungeziefer der einzige Schutz!

Die Flöhe lassen sich durch ihre Verwandlung und durch manche andere Verhältnisse auch als Verwandte der fliegenartigen Insekten (Mücken) betrachten. Eine große Menge von kleinen Insekten, welche wegen ihres Aufenthaltes auf andern Thieren auch gemeiniglich mit dem Namen von „Läusen" bezeichnet werden, und deren einige auch wirklich durch die zum Saugen geeignete Form ihrer Mundwerkzeuge mit solchen übereinstimmen, pflegt man theils wegen ihres Entwicklungsganges, theils wegen anderer Verhältnisse ihrer Organisation zu verschiedenen andern Insektenordnungen zu stellen. So rechnet man die Schafläuse oder Zecken (Täken), von denen auf vielen Thieren verschiedene Arten leben, sowie gewisse Bienenläuse zu den Fliegen (Lausfliegen), die sogenannten Holzläuse, Bücherläuse und Papierläuse zu den Libellen (Termiten), die Federläuse verschiedener Vögel, die Haarläuse vieler Haarthiere und die Haftläuse der Hühner, Gänse, Singvögel u. s. w. zu den Gryllen (Borstenschwänzchen).

Die jetzige Vertheilung und das geologische Alter der Insekten.

Wir dürfen unsere Betrachtungen über die wichtige Klasse der Insekten nicht schließen, ohne noch einige Andeutungen über ihre sehr eigenthümlichen Verhältnisse zur übrigen Natur und insbesondere auch über ihr Vorkommen in frühern Perioden der Erde hinzuzufügen. Die Insekten sind in ihrem ausgebildeten Zustande recht eigenlich Land- oder vielmehr Luftbewohner. Kaum einige Arten kennt man, welche im Meere ihren Aufenthalt haben und fast ebenso gering ist die Zahl derjenigen Arten, welche in den salzlosen stehenden oder fließenden Gewässern nach Beendigung ihrer Umwandlung verbleiben. Bei weitem die größte Menge der Insekten (immer abgesehen von den Larven, bei welchen sich die hier zu berührenden Verhältnisse zum Theil ganz entgegengesetzt gestalten) pflegt auf Pflanzen zu wohnen, von wo allerdings viele auch noch auf thierische Nahrung ausgehen, allein nichtsdestoweniger ist die Zahl der pflanzenfressenden Insektenarten weit gegen die der thierfressenden überwiegend. Sehr merkwürdig ist die Vertheilung dieser Thiere auf die verschiedenen Klassen, Familien und Arten des Pflanzenreiches. Leicht wird ein aufmerksamer Beobachter der Natur die großen Verschiedenheiten wahrnehmen, welche herrschen zwischen der Insektenbevölkerung einer Wiese, einer Ackerflur, eines Waldes, und wiederum zwischen der eines Laubwaldes und eines Nadelwaldes, eines alten Hochwaldes und eines Jungholzschlages oder Gebüsches. Bei genauer angestellten

Vergleichungen ergibt sich aber ferner, daß jede Pflanzenfamilie zu der Insektenwelt in eigenthümlichen Beziehungen steht. Während die akotyledonischen Pflanzen (Algen, Flechten, Pilze, Moose, Bärlappe, Schafthalme und Faren) eine auffallende Armuth an eigenthümlichen Bewohnern aus der Klasse der Insekten wahrnehmen lassen, und die monokotyledonischen (Gräser, Riede, Binsen, Zwiebelgewächse, Schwertlilien, Orchispflanzen, Palmen u. s. w.) ihnen in dieser Hinsicht fast gleich stehen, so sind dagegen die nadelblättrigen polykotyledonischen und die an ihren netzadrigen Blättern kenntlichen gemeinen dikotyledonischen Gewächse im Allgemeinen reich an solchen Thieren. Besonders zeichnen sich die kätzchenblüthigen Eichen, Buchen, Birken, Weiden u. s. w. und die Nadelhölzer durch Insektenreichthum im höchsten Grade aus. Die Vertheilung der Insekten auf die verschiedenen Gegenden der Erde bietet viele der interessantesten Verhältnisse dar. Wir beschränken uns, nur im Allgemeinen auf die ungeheuere Menge, Mannigfaltigkeit, Formenseltsamkeit und Farbenpracht der Insektenwelt in den heißen Ländern aufmerksam zu machen, zu welcher die Einförmigkeit, Farbenarmuth und geringe Artenzahl der gemäßigten und besonders der kalten Länder einen, nur wenig durch die alle Begriffe übersteigende Individuenmenge verhüllten, Gegensatz bildet.

Ueber die Beschaffenheit der Insektenwelt in früheren Perioden der irdischen Schöpfung wissen wir bislang nur sehr Ungenügendes. Die Insekten waren nicht geeignet, sich in den Schichten des Bodens als Petrefakten zu erhalten, denn jedes gestorbene Thier dieser Klasse wird alsobald in den Magen anderer Insekten begraben und verschwindet meistens spurlos. Im Allgemeinen gerathen die Insekten auch selten sterbend in die Gewässer. Nur in Sumpf- und Seeformationen werden wir hoffen dürfen, bisweilen Ueberreste von ihnen zu treffen. — Man würde von vornherein wohl erwarten können, daß Insekten sich auf der Erde gefunden haben, so lange es Pflanzen auf derselben gab. Wirklich haben auch die ältesten Ueberreste von Pflanzenablagerungen, die Steinkohlenschichten Böhmens und Englands, hie und da Spuren von Käfern und Libellen gezeigt, und in ziemlicher Anzahl hat man in gewissen, der Oolithformation angehörigen, Schichten bei Stonesfield in England und bei Solenhofen in Bayern ebenfalls hauptsächlich Käfer und Libellen aufgefunden. Die Pflanzenkunde wird uns lehren, daß die Pflanzen aller ältern Formationen nur mit den jetzigen Akotyledonen, Monokotyledonen und Nadelgewächsen zu vergleichen sind, und daß erst in der Periode der Kreideformation die gemeinen Dikotyledonen in geringer Zahl sich eingestellt haben, während sie jetzt in so großer Mannigfaltigkeit überall verbreitet sind. Diesen Verhältnissen der Pflanzenwelt entsprechend, sind auch erst in einigen Ablagerungen der jüngsten Tertiärformation zahlreichere Insektenüberreste aufgefunden. Besonders zeichnen sich in dieser Hinsicht gewisse Ablagerungen bei Aix in der Provence, bei Oeningen unweit Constanz im Badischen und einige Braunkohlenablagerungen Deutschlands aus. In den Braunkohlenlagern Norddeutschlands findet sich in großer Menge der Bernstein, ein verhärtetes Harz untergegangener Fichtenarten, in welchem, ähnlich wie heutigen Tages im Harz der Fichten und anderer Bäume, zumal im Copalharze, außerordentlich häufig Insekten eingeschlossen gefunden werden; so daß man viele ausgestorbene und auch viele mit den jetzt lebenden übereinstimmende Arten kennen gelernt hat, welche in jenen Perioden der Erde die Fluren und Wälder belebten.

II. Klasse. Die Spinnen.

Zur Klasse der Spinnen rechnet man nicht bloß die gewöhnlich mit diesem Namen bezeichneten Thiere, sondern außer diesen noch viele andere Gliederthiere, welche sämmtlich niemals geflügelt sind, und deren gemeinsames äußeres Merkmal darin besteht, daß sie acht gegliederte Beine besitzen.

Uebersicht der Spinnen.

1. Ordnung: Die eigentlichen Spinnen. Aranina.
2. Ordnung: Die Weberknechte. Opilionina.
3. Ordnung: Die Milben. Acarina.
4. Ordnung: Die Skorpione. Scorpionida.

Erste Ordnung.

Die eigentlichen Spinnen. Aranina.

Die Spinnen (Fig. 738) sind achtbeinige, ungeflügelte Gliederthiere, deren Kopf mit dem Vorderleibe zu einem gemeinsamen unbeweglichen Vordertheile, einem sogenannten Kopfbruststücke (Cephalothorax), vereinigt ist und deren Hinterleib, welcher angeschwollen und nur mit einer dünnen stielartigen Einschnürung an jenes Kopfbruststück angefügt ist, gar keine oder doch sehr geringe Spuren einer ringelartigen Gliederung zeigt. Die Beine sind am Kopfbruststücke befestigt und endigen mit einem zweiklauigen Gliede (Fig. 739). — Die Haut der Spinnen besteht aus einer dünnen, bald sammetartig fein-, bald grobstachlich-behaarten, Chitindecke. Am Kopfbruststücke stehen keine eigentlichen Fühler. Die Freßwerkzeuge (Fig. 740) bestehen aus starken sogenannten Oberkiefern, welche sich aber nicht in wagerechter Richtung, sondern von oben nach unten bewegen und den Fühlern

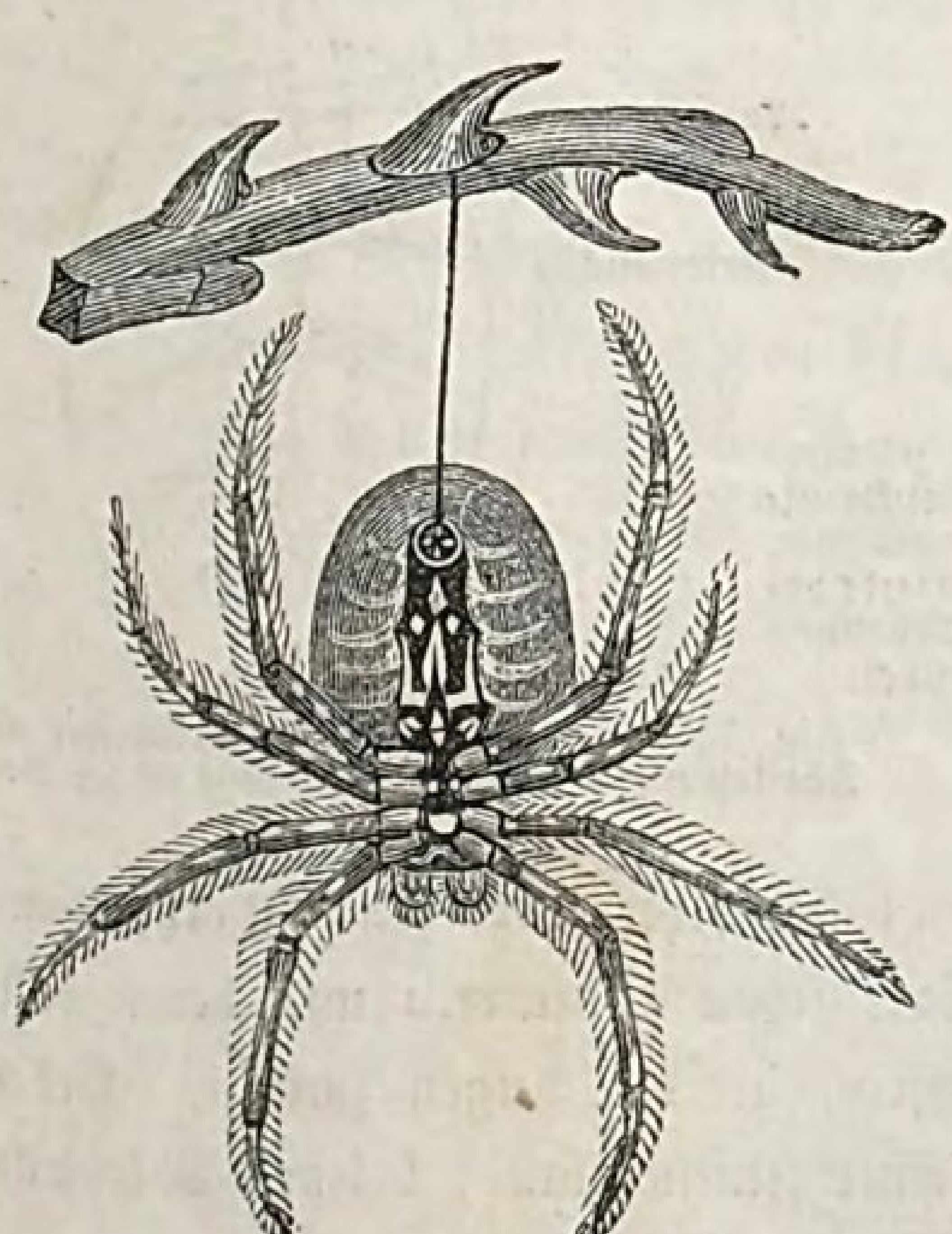


Fig. 738. Die Kreuzspinne (Epeira diadema) an ihrem Faden hangend.



Fig. 739. Der Fuß einer Spinne, vergrößert.

der Insekten verglichen werden müssen, an ihrem Ende mit einer beweglichen Klaue versehen; geringen, nur blattartigen Unterkiefern, welche auch als Hüftglieder der völlig beinartigen Taster angesehen werden können, und einer kleinen Unterlippe. Die beinartige Beschaffenheit der Unterkiefertaster, deren schon bei den Käfern Erwähnung gethan wurde, ist so täuschend (Fig. 741), daß man nicht selten die Spinnen gradezu für zehnbeinige Thiere hält, und

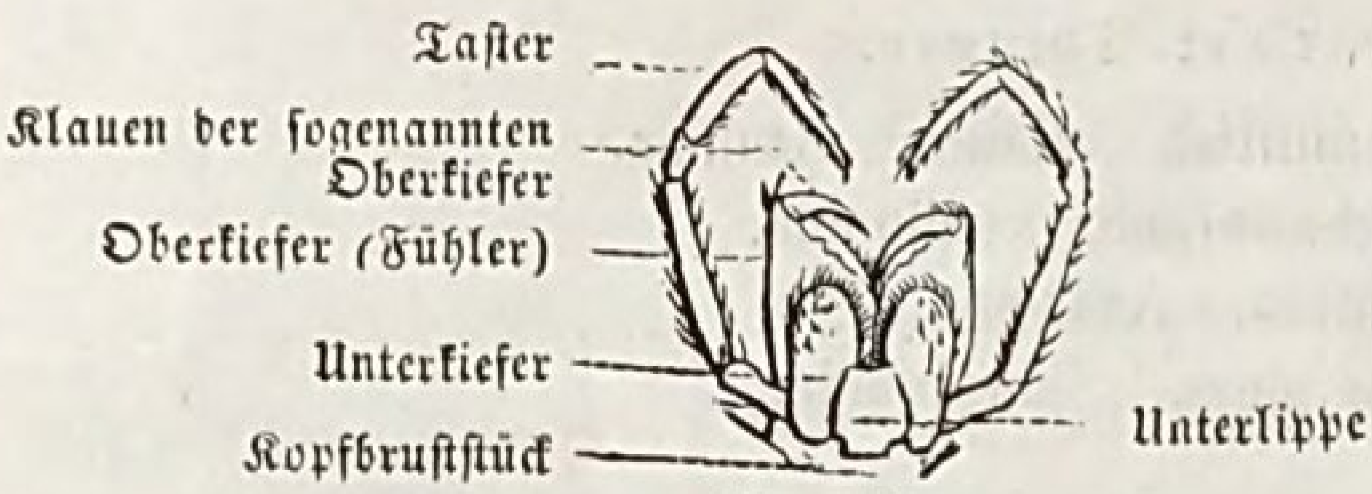


Fig. 740.
Die Freßwerkzeuge einer Kreuzspinne; vergrößert.

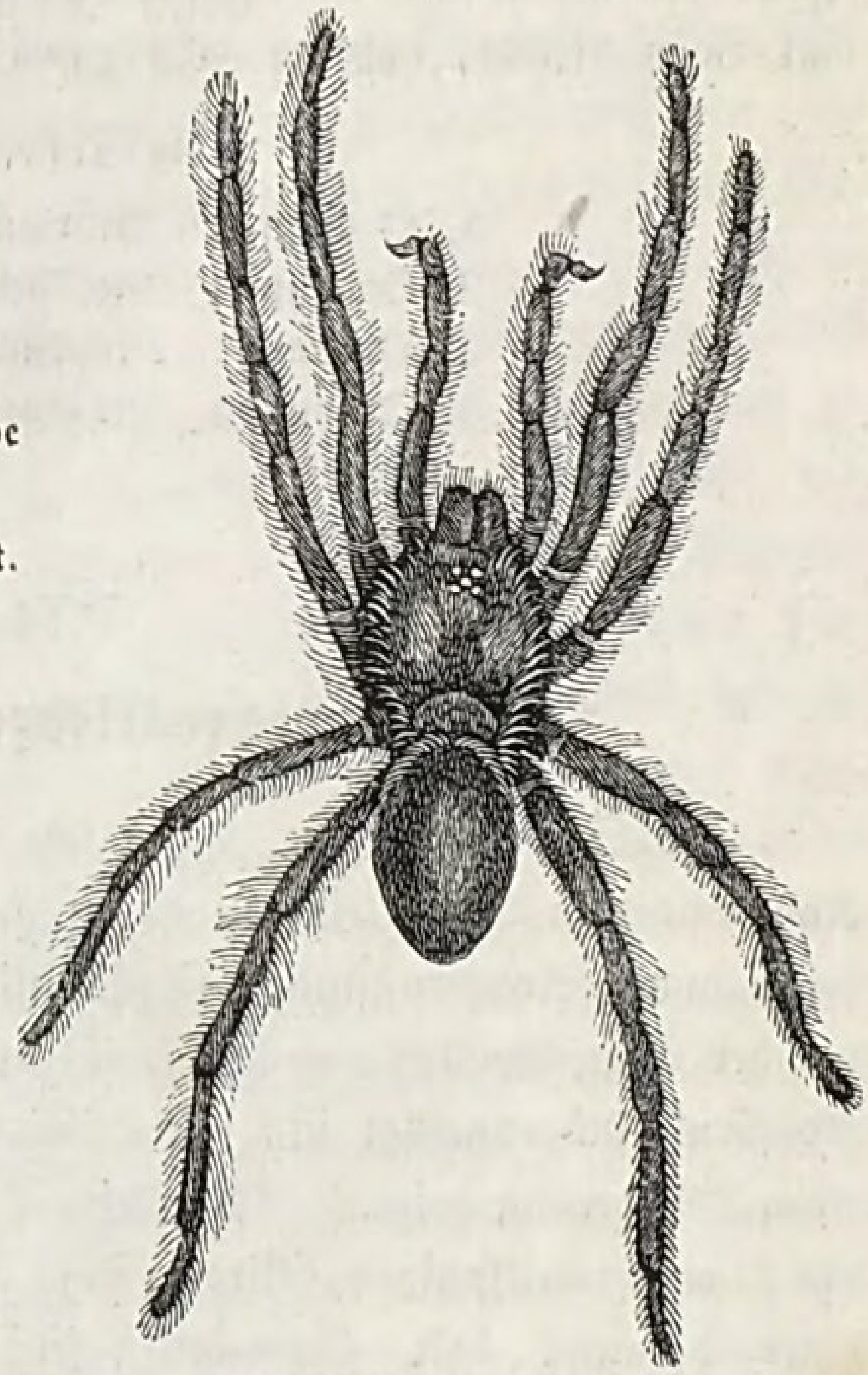


Fig. 741. Die Vogelspinne (Teraphosa avicularia) mit beinartigen Tastern.

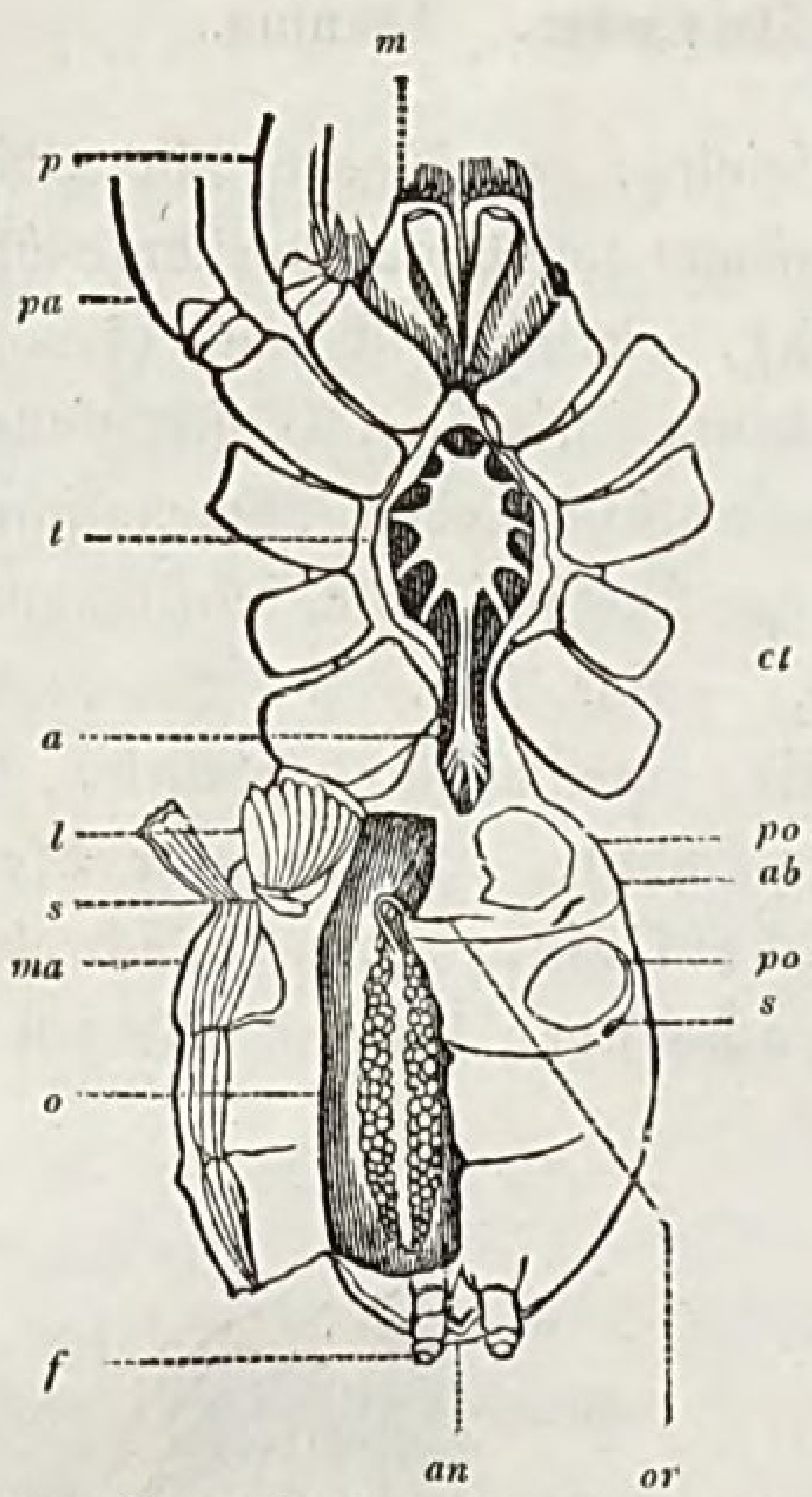
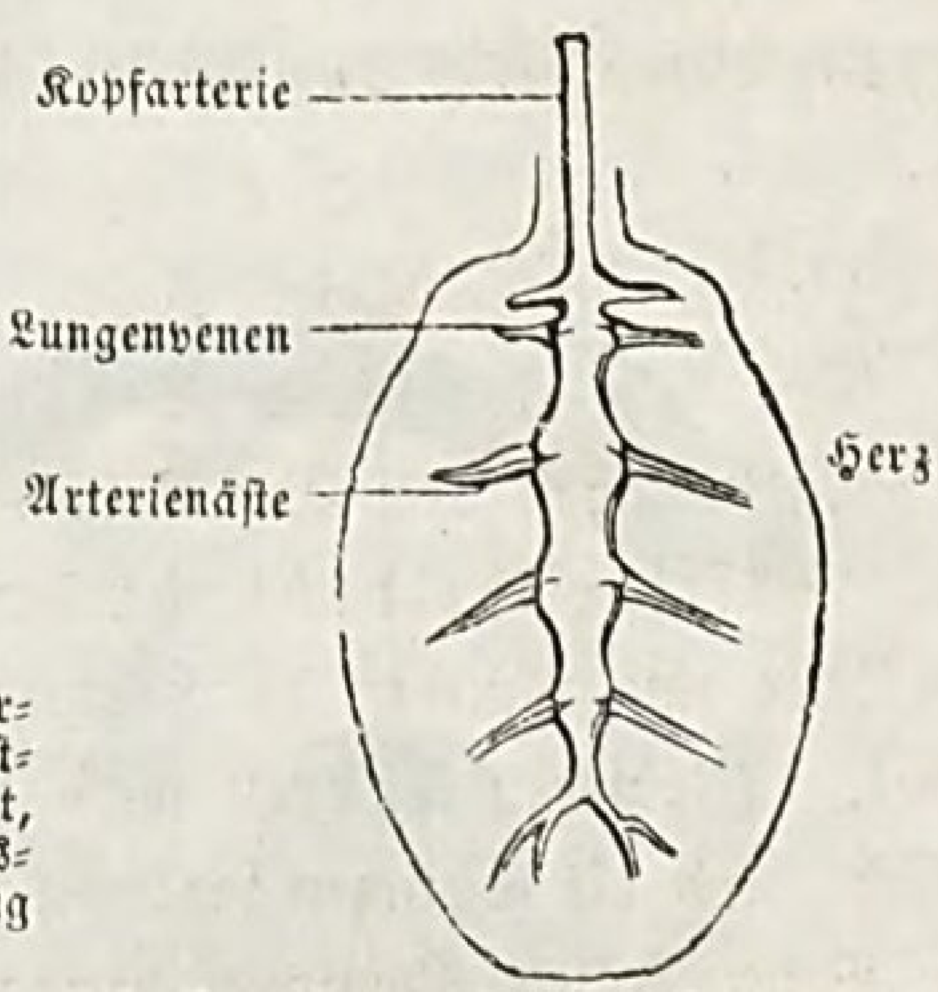


Fig. 742. Anatomie einer Würgspinne (Mygalo). *

* *m* Oberkiefer (Fühler) mit eingeschlagenen Klauen; *p* Unterkiefertaster; *pa* erstes Beinpaar; *t* Ganglienknoten des Kopfbruststückes; *a* Ganglienknoten des Hinterleibes; *l* eine Luftkieme geöffnet, um die blättrige Struktur zu zeigen; *ss* Stigmen; *ma* Hinterleibsmuskeln; *ov* Eierstock: *f* Spinnwarzen; *an* After; *or* die Mündung der Eierleiter; *po* Luftkiemen; *ab* Hinterleib; *ct* Kopfbruststück.



Fig, 743. Der Hinterleib einer Spinne mit Darstellung des Rückengefäßes und der Venen.

über die wahre Natur der Freßwerkzeuge bei den Gliederthieren zu jenen Vermuthungen geführt wird, welche wir am angeführten Orte schon andeuteten und deren völlige Bestätigung bei den Krebsen am Auffallendsten in die Augen springt. Bei den Weibchen endigen die erwähnten Taster mit einer feinen Klaue, bei den Männchen mit einem verdickten Endgliede von höchst eigenthümlicher Bildung, vermöge deren es bei der Begattung zur Uebertragung der befruchtenden Feuchtigkeit dienen kann.

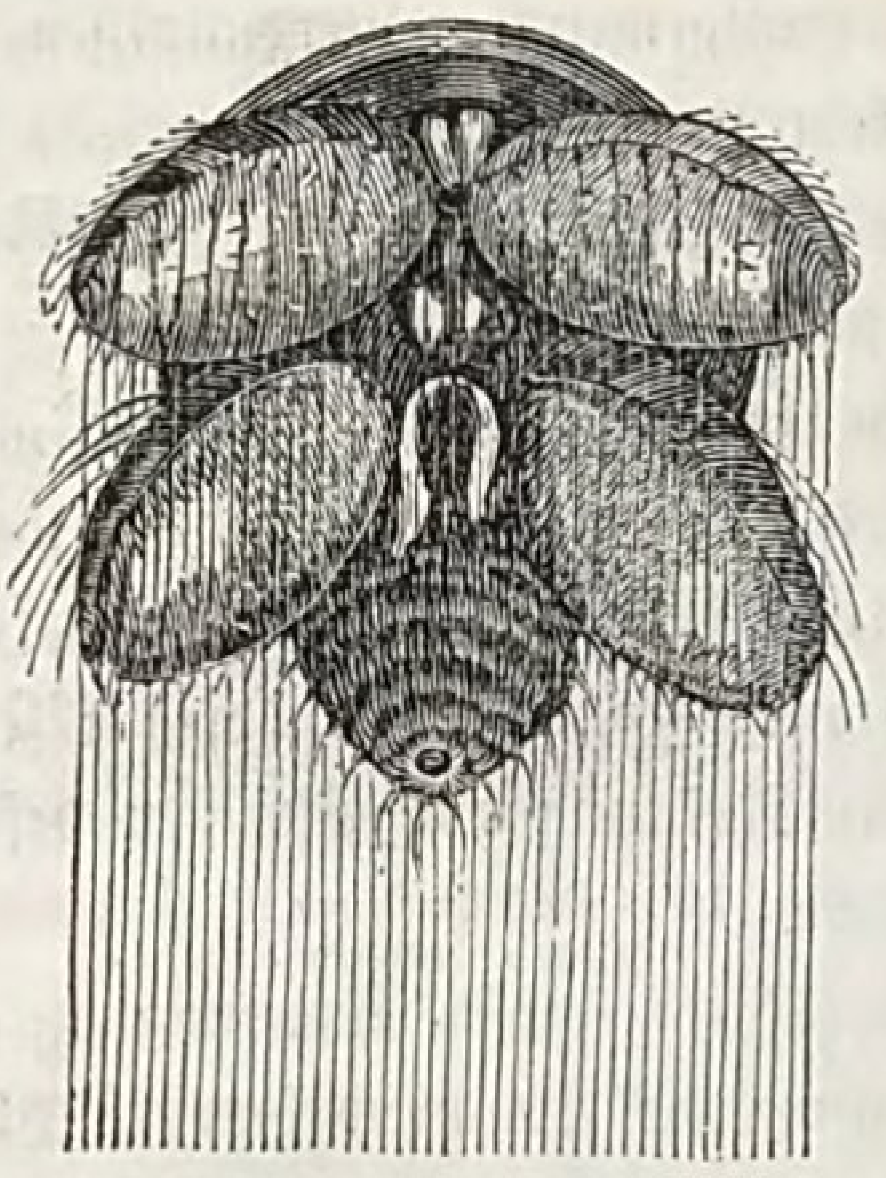
Die Muskulatur (Fig. 742) stimmt in ihren allgemeinsten Verhältnissen mit derjenigen der Insekten überein. Die meisten Muskeln liegen auf der Unterseite des Kopfbruststückes und des Hinterleibes, doch sind auch besondre fadenartige Muskeln, welche die Leber durchdringen, an die Rückenseite geheftet.

Die Verdauungsorgane der Spinnen zeigen einen fast ganz einfachen Darmkanal, welcher jedoch mit zweien Magen, deren ersterer mehre Säcke bildet, und in der Nähe des zweiten derselben mit sehr merkwürdigen Blindarmanhängseln versehen ist, die sich bis in die Füße dieser Thiere erstrecken. Die übrigen Verhältnisse sind denen der Insekten sehr ähnlich. Die Nahrung der Spinnen besteht fast einzig und allein in den Säften geraubter Thiere.

Die Athmungswerkzeuge (Fig. 742) der Thiere dieser Ordnung zeigen uns die nahe Verwandtschaft, welche zwischen Lungen und Tracheen herrscht. Die Spinnen haben nämlich eine Art von Lungen, die sogenannten Lungenkiemen (pneumobranchia), welche im Hinterleibe liegen und, ähnlich wie die Tracheen der Insekten, sich in zwei Stigmen an der Unterseite jenes Körpertheiles öffnen. Dieselben sind sackförmig und an ihren Wandungen mit zarten Hautblättchen besetzt, welche an die Kiemen der im Wasser athmenden Thiere erinnern.

Der Kreislauf der Säfte geschieht bei den Spinnen auf eine vollkommenere Weise, als bei den Insekten. Die frischen Nahrungssäfte werden, nachdem sie die Verdauungskanäle durchdrungen haben, ohne Gefäße zu durchlaufen, in eigenthümlichen Höhlungen aufgesammelt, welche in der Nähe der Lungen liegen und aus welchen eigentliche Venengefäße die genannten Säfte zu den Lungen selbst hinführen. Das hier durch die Athmung gebildete Blut begibt sich sodann durch andre Gefäße in das Herz, welches letztere ein solches Rückengefäß (Fig. 743) darstellt, wie wir bei den Insekten kennen gelernt haben, nur mit dem Unterschiede, daß bei den Spinnen Arterienäste erkennbar sind, durch welche das Blut aus dem Herzen sich in den Körper verbreitet, ohne daß man jedoch eine weitere Verzweigung der Arterienäste wahrnehmen könnte. Das Blut durchläuft also theils geschlossene Gefäße, theils durchdringt es die Gewebe so wie bei den Insekten. Uebrigens ist das Blut der Spinnen ein farbloser Saft.

Eine sehr bedeutende Leber, in Form einer körnigen Gallendrüse, erfüllt den größten Theil des Hinterleibes der Spinnen. Wichtig sind besondre Drüsenorgane. Giftspeicheldrüsen haben ihren Sitz in den Hauptgliedern der sogenannten Oberkiefer und münden durch eine feine Spalte nahe unter der Spitze des Klauengliedes. Kleineren Thieren wird hiedurch der Biß einer Spinne gefährlich, selbst tödtlich, und die Spinnen bedienen sich dieses Hülfsmittels allemal zur Ueberwältigung ihrer Beute. Dem Menschen vermag jedoch keine Spinne ernstliche Gefahr zu bereiten. Seidenschleimdrüsen liegen im Hinterleibe der Spinnen. Es sind vielfach verschlungene und verflochtene Schläuche, neun Paare im Ganzen, welche den Schleim in einigen kleinen Behältern ansammeln, aus denen derselbe dann vermittelst äußerst dünner Fädchen in die um den After stehenden sogenannten Spinnwärzchen (Fig. 744) gelangt. Der Spinnwärzchen zählt man bei den verschiedenen Gattungen vier bis sechs. Die Spinnen spritzen den Seidenschleim, vermittelst einer Muskelzusammenziehung aus den Oeffnungen der Wärzchen hervor und drehen zugleich die zahlreichen, äußerst zarten Fädchen, welche bei manchen Arten so fein sind, daß


Fig. 744. Die Spinnwarzen am Hinterleibe der Kreuzspinne mit den daraus hervortretenden einfachen Fädchen bevor sie zu einem gewöhnlichen Faden zusammengedreht sind.

zehntausend derselben noch nicht die Dicke eines Menschenhaares erreichen würden, mit den Füßen zu einem gemeinsamen Faden zusammen. Die Seide ist im ersten Augenblicke feucht und klebrig, trocknet aber sogleich und wird dadurch sehr zähe. Es gibt Spinnen, deren Fäden dem Fluge kleiner Vögel Widerstand zu leisten vermögen. Wie künstlich die Gewebe der Spinnen sind, deren diese Thiere sich bedienen, um ihre Beute darin zu erhaschen, bedarf keiner Beschreibung, durch welche man auch vergeblich versuchen würde, einen Begriff von der mannigfaltigen Verschiedenheit zu geben, die einem aufmerksamen Beobachter möglich macht, die Spinnenarten an ihrem Gewebe zu erkennen. Bald treffen wir frei ausgespannte rad- oder sternförmige Netze, in deren Mitte die Spinne sich anklammert, bald in Mauerwinkeln wagerecht schwebende Hängematten, in deren Hintergrunde in einer sackförmigen oder trichterartigen Falle die Jägerin lauert, bald röhrenförmige wahre Fangsäcke in Baumhöhlen, in Stein- oder Erdlöchern. Die Spinnen sind im Stande, ihre Fäden in gerader Richtung bis zu einer großen Entfernung herauszuschießen. Sie werfen solche auf diese Weise, wenn sie fallen, auf benachbarte Gegenstände, wo dieselben ankleben und dem Thiere dann einen Anhalt gewähren. Auch spannen sie auf diese Weise ihre Gewebe über Gewässer hinüber. Junge Spinnen spritzen ihre Fäden ohne alle Regel und Ordnung weit von sich und es rührt daher zu gewissen Zeiten des Jahres, in welchen zahllose junge Wolfsspinnen (Lycosa), Stoppelspinnen (Tetragnatha) und andre Spinnenarten erscheinen, die außerordentliche Menge verwirrter Spinnenfäden, welche bald ganze Aecker mit Seidenglanz überziehen, bald überall im Hauche der Lüfte durch die Strömungen der Wärme und Kälte auf- oder niederschwebend gesehen werden. Mitunter trifft man die jungen Spinnen selber als Luftsegler auf solchen Geweben. — Die Versuche, Spinnenfäden ähnlich wie die Gespinnste der Seidenraupen zu benutzen, haben wenn gleich dieselben keineswegs mißlungen sind, doch die Unanwendbarkeit dargethan. Nicht allein, daß die Spinnen sehr schwierig zu ernähren sind und sich gleich unter einander anfallen, sondern es bedarf auch mehr als einer halben Million Spinnen zur Gewinnung eines Pfundes Seide. —

Von den Nerven der Spinnen gilt im Allgemeinen dasselbe, was bei den Insekten gesagt ist; nur sind die Ganglienknoten bei der innigen Vereinigung der Ringel des Kopfbruststückes und des Hinterleibes ebenfalls zu einigen größeren Massen vereinigt, deren bedeutendster im Vordertheile liegt (Fig. 742). Von den Sinnesorganen ist der Tastsinn offenbar in hohem Grade entwickelt; durch ihn empfinden die Spinnen jede geringste Erschütterung ihres Netzes, sobald eine Beute in dasselbe fällt. Der Sitz dieses Sinnes ist in den Tastern zu suchen. Der Gesichtssinn ist von ganz anderer Beschaffenheit als bei den Insekten. Keine Spinne hat zusammengesetzte Augen. Dagegen stehen auf der Stirn diademartig sechs bis acht einfache Punktaugen, zu deren jedem sich ein Zweig des Augennerven

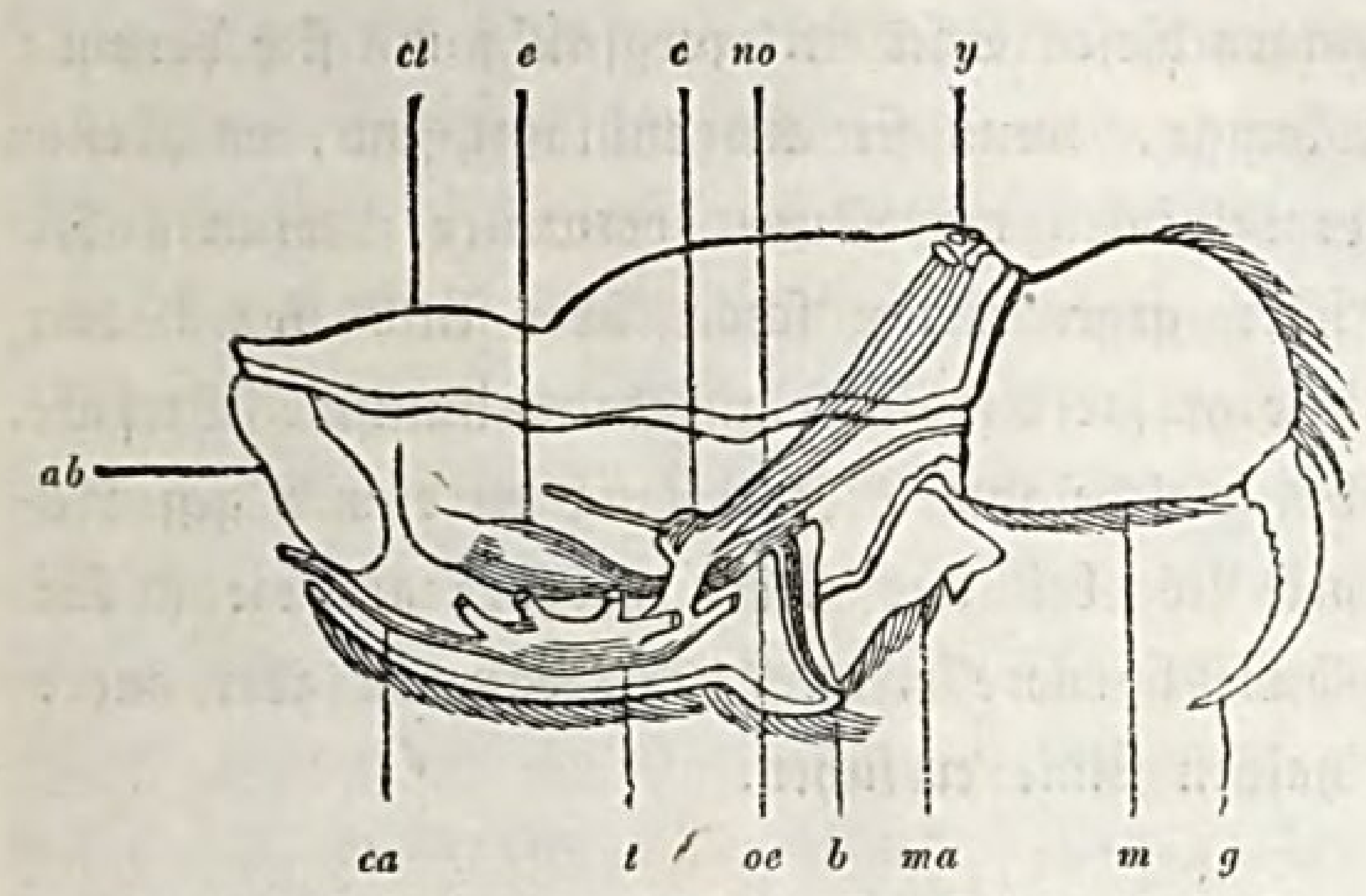


Fig. 745. Das Kopfbruststück der Vogelspinne, senkrecht durchschnitten, um die innern Organe zu zeigen. *

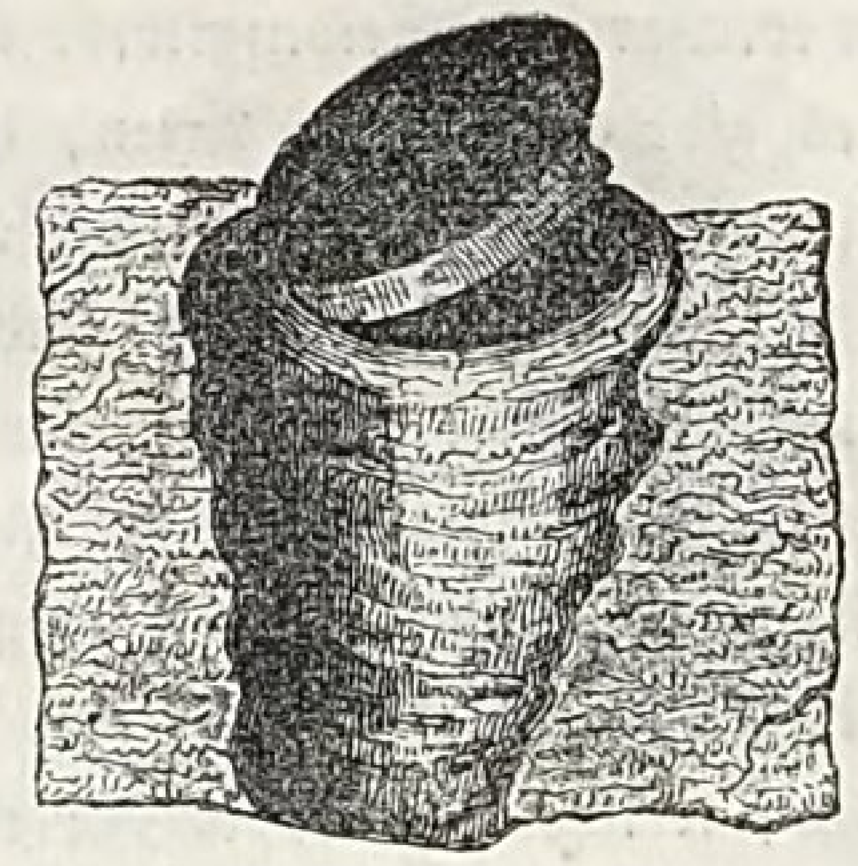


Fig. 746. Das Nest der Minirspinne (Cteniza caementaria.)

* *g* Klaue des Oberkiefers; *m* Oberkiefer (Fühler); *ma* Unterkiefer; *b* Mund; *oe* Schlund; *t* Ganglienknoten des Kopfbruststückes; *ca* Nervenfäden, welche mit dem Hinterleibsganglienknoten verbunden sind; *ab* Abschnitt des Hinterleibes; *ct* Kopfbruststück; *e* Magen; *c* Kopfganglien; *no* Augennerven; *y* Augen.

(Fig. 745) begibt. Diese Augen leuchten im Dunkeln. Bei jeder Spinnengattung haben dieselben eine besondre Stellung. Beispiele des wunderbarsten Instinktes sind bei den Spinnen in großer Menge zu finden. Von den Geweben, welche denselben theils zu Jagdnetzen und Fallen, theils zur Wohnung dienen, war schon die Rede. Wir wollen hier nur noch der merkwürdigen Arbeit der Minirspinne gedenken, welche sich eine röhrenförmige Grube (Fig. 746) in der Erde macht und diese nicht allein sorgfältig mit Seide auskleidet, sondern auch mit einem beweglichen Deckel versieht. Zuerst macht sie den letzteren von dichtem Gewebe, klebt dann auf dieses Sandkörnchen in mehren Schichten mit Seide abwechselnd. Der Rand des Deckels ist größer als die Oeffnung, so daß er nicht hereinfallen kann. Alle Seidenfäden sind an einem Punkte des Umfanges befestigt und dienen so als bewegliches Schließband. Wenn der Deckel geschlossen ist, so hängt sich die Spinne noch von innen an denselben, um ihn zuzuhalten. Von Außen bemerkt man das Gebäude nicht, weil der Deckel ganz mit Sand bekleidet ist.

Die Spinnen von welchen die meisten Arten nur ein Jahr leben, pflanzen sich durch Eier fort und entwickeln sich in den Eiern vollständig, so daß sie hernach keiner weitern Verwandlung bedürfen, sondern sich nur, indem sie wachsen, vier- bis sechsmal häuten. Die Weibchen besitzen zwei sehr große Eierstöcke (Fig. 742) deren Ausführungsgänge aber nicht in den After münden, sondern vielmehr nach vorn gerichtet, am vordersten Theile des Hinterleibes geöffnet sind. Mehre Arten dieser Thiere überspinnnen ihre Eierhaufen mit ei-

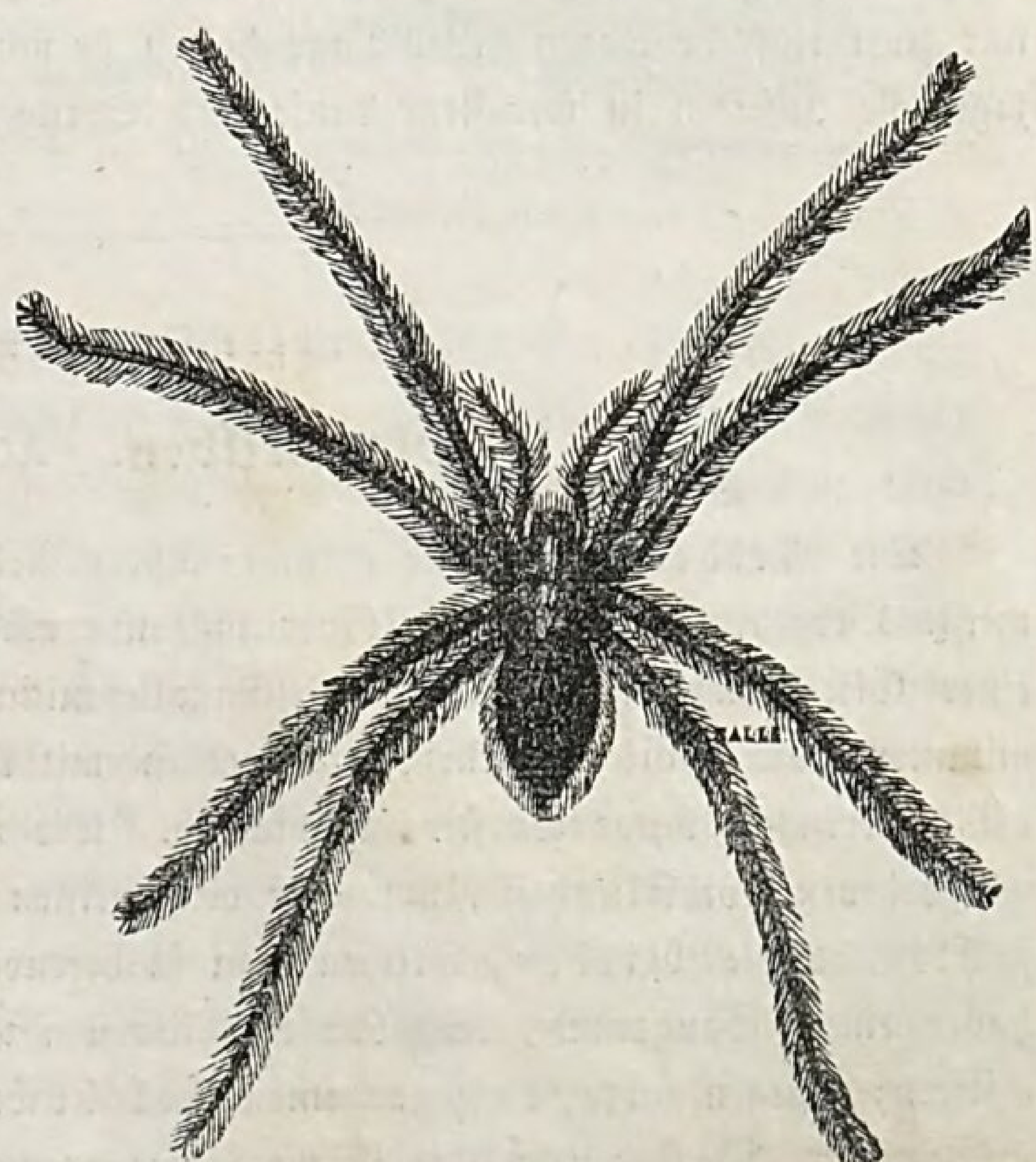


Fig 747. Die Hausspinne (Tegenaria domestica); anderthalbfache Größe.

nem coconartigen Seidengewebe und tragen diesen Sack stets sorgfältig mit sich herum; ja es gibt auch solche Arten, deren Junge, wenn sie ausgeschlüpft sind, noch eine Zeitlang in der Nähe, selbst auf dem Rücken der Mutter verweilen. Man findet in den Specialwerken der Naturforscher gegenwärtig schon über 800 Arten von Spinnen beschrieben und benannt. Die größte Art ist die südamerikanische Buschspinne oder Vogelspinne (Fig. 741), welche fast 2 Zoll lang wird und gegen 3 Zoll lange Beine hat. Dagegen gibt es bei uns keine größere als die schöne Kreuzspinne (Fig. 738) und die Hausspinne (Fig. 747), daneben aber andre Arten, welche nur die Größe einer halben Linie erreichen.

Zweite Ordnung.

Die Weberknechte. Opilionina.

Die Weberknechte oder Haperböcke sind die allgemein bekannten spinnenartigen Thiere, deren äußerst lange und dünne Beine, wenn man sie von dem Rumpfe getrennt hat, noch einige Zeit zitternd zucken („weben" oder „hapern"). Bei diesen Thieren, deren man nur gegen 20 Arten kennt, ist das Kopfbruststück mit dem Hinterleibe zu einem eiförmigen Rumpfe vereinigt. Ihre sogenannten Oberkiefer, deren erstes Glied verlängert ist und das Klauenglied nicht an seinem Ende, sondern auf seiner Mitte trägt, stellen dadurch eine Art von Kneipzange oder Scheere dar, das Bild einer Krebsscheere in kleinstem Maßstabe. Die Weberknechte athmen ganz wie die Insekten, durch Tracheen. Hiemit übereinstimmend fehlt bei ihnen jede Spur von Adergefäßen, Venen sowohl als Arterien, und die Bereitung des Blutes scheint dadurch vorzugehen, daß die wurmförmigen Blinddarmanhängsel ihres Verdauungskanales mit Zweigen der Tracheen gleichsam umwoben sind. Sie besitzen nur zwei einfache Augen. Bei Tage halten sie sich gern verborgen, Nachts dagegen jagen sie Insekten in schnellem Laufe und Sprunge.

Dritte Ordnung.

Die Milben. Acarina.

Die Milben zeigen nur geringe äußere Aehnlichkeit mit den Spinnen. Ihr meistens abgeplattet eiförmiger Körper läßt nur am vordersten Theile geringe Spuren einer Gliederung erkennen; die Beine sind mitunter denen der Spinnen ähnlich, mitunter aber auch ganz kurz, die vordern mit kleinen Saugscheiben versehen und die hinteren in lange Borsten auslaufend. Die übrigen Verhältnisse sind meistens wie bei den Weberknechten, nur daß den meisten Gattungen die Augen völlig fehlen. Viele Milben, welchen man insbesondere diesen Namen zu geben pflegt, haben einen Saugmund, umgeben von Borsten und haken- oder scheerenförmigen Kiefern; dagegen andre, die sogenannten Holzböcke oder Waldläuse, haben einen Saugrüssel. Alle sind sehr kleine Thiere, die prachtvoll bluthrothe Erdmilbe (**Trombidium holosericeum**) wird kaum über eine Linie lang, während die wie Läuse

an kleinen Haarthieren (Mäusen, Fledermäusen) Singvögeln, Käfern u. s. w. schmarotzenden Arten, sowie die bekannten Käsemilben (Fig. 748) zum Theil kaum erkennbare Pünktchen bilden. Gewisse Milben leben im Mehle und verderben dieses in kurzer Zeit. Das weiße, gewöhnlich nur für Zucker gehaltene Pulver auf gedörrten Zwetschen, Feigen u. s. w. besteht häufig fast ganz aus sehr kleinen Milben. Die Krätzmilben (Fig. 749) nur 1/10 Linie lang, bohren sich in die Haut des Menschen ein, vermehren sich dort außerordentlich, machen sich haarfeine Gänge im Hautgewebe und hie und da kleine Höhlungen, in welche sie ihre Eier legen. Hiedurch entsteht die, durch Berührung leicht sich mittheilende, Krätzkrankheit, welche mit dem unerträglichsten Jucken verbunden ist. Ein anderes ähnliches Geschöpf, die Balgmilbe (Simonea folliculorum) mit spindelförmigem, in der Jugend langen und 6beinigem, im Alter kurzen und 8beinigem Körper lebt in den Hautbälgen (Fig. 272) des Menschen und bildet die sogenannten Mitesser. — Die Holzböcke leben als sehr kleine Thiere auf Blättern im Walde gerathen aber leicht an Eulen, Schafe, Igel und Menschen, in deren Haut sie sich festsaugen, worauf sie dann durch die reichliche Blutnahrung zu Erbsen- oder Bohnengröße anschwellen.



Fig. 748 Die Käsemilbe (**Acarus siro s. domesticus**) 50fach vergrößert.

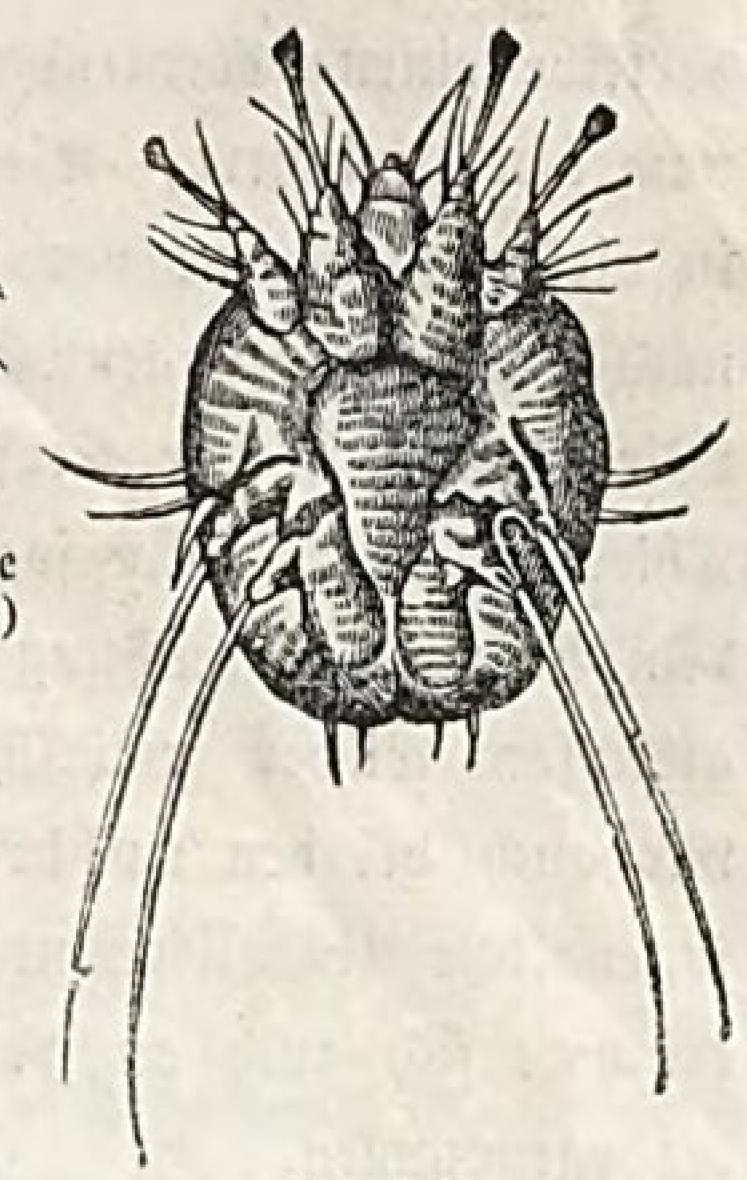


Fig. 749. Die Krätzmilbe (**Sarcoptes hominis**) 100fach vergrößert.

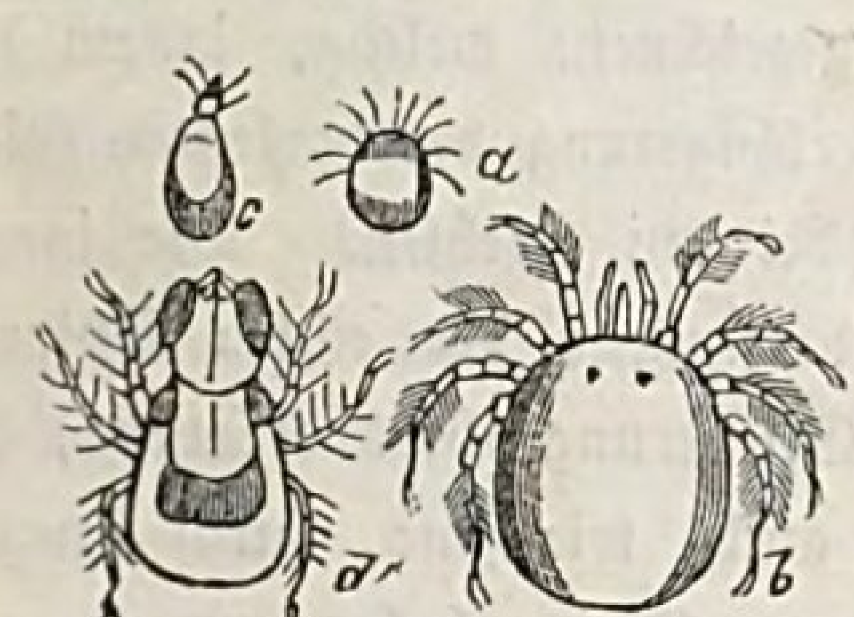


Fig. 750. Die Verwandlung der Wassermilbe (**Hydrachna cruenta s. globulus**). *



Fig. 751. Der Zungenwurm (**Linguatula tænioides**) aus den Stirnhöhlen der Hunde und Pferde. Natürliche Größe.

* *a* Das Thier in natürlicher Größe; *b* vergrößert; *c* junge Larve; *d* ältere Larve (Puppe).

Die Milben erleiden eine geringe Verwandlung (Fig. 750), indem sie sechsbeinig aus den Eiern kommen und erst allmählig das vierte Fußpaar erhalten. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen ist die Entwicklung der Zungenwürmer, welche in den Lungen und Stirnhöhlen vieler Haarthiere und Schildthiere gefunden werden und theilweise die unvollkommene Organisation der Eingeweidewürmer besitzen. Diese Geschöpfe sind nichtsdestoweniger Milben. Als Embryonen, in ihren Eihüllen beobachtet, zeigen dieselben die Körperform einer Milbe mit zwei gegliederten Fußpaaren und milbenartigen Mundwerkzeugen versehen. Durch die schmarotzende Lebensweise in andern Thieren erleiden dieselben später, bei außerordentlicher Zunahme der Größe, eine solche Umwandlung, daß sie wurmförmig und in ihrer wahren Natur fast ganz unkenntlich erscheinen (Fig. 751). Die Beine haben dann die Gestalt krummer, beweglicher, scharfer Häkchen angenommen, welche in der Nähe des Mundes stehen. Die Anordnung der sehr deutlichen Ganglien, welche im Vor-

derleibe einen bedeutenden Knoten darstellen und auch den Schlund halsbandförmig umgeben, erinnert, wie manche andere Eigenthümlichkeiten der Organisation auch in diesem Zustande noch an die Verwandtschaft mit den Spinnen. Der Körperform nach sind die Zungenwürmer den jungen Larven der Balgmilbe besonders ähnlich. Wir werden in der Klasse der Krebsthiere noch andere Beispiele kennen lernen von Thieren, welche eine sogenannte rückschreitende Metamorphose bestehen, indem sie nach Erreichung eines gewissen Alters und einer gewissen Vollkommenheit gleichsam wieder zurücksinken zu einer Stufe der Unvollkommenheit. Doch haben wir auch bei den vollkommensten Thierklassen die Wiederkehr eines, an die jugendliche Unvollkommenheit erinnernden Zustandes im Alter (Seite 190 — man erinnere sich auch an das Kindischwerden und die Altersschwächen des Menschen!) wahrgenommen.

Vierte Ordnung.

Die Skorpione. Scorpionida.

Die Skorpione haben ein Kopfbruststück wie die eigentlichen Spinnen, nur gewöhnlich ziemlich deutliche Spuren einer Ringelung an demselben und einen Vförmigen Eindruck, welcher die Umgänzung des Kopfes andeutet, dabei aber einen schwanzartig verlängerten Hinterleib, der in seiner ganzen Länge deutlich gegliedert, fast perlschnurförmig in 12 Ringel getheilt erscheint. Diese Thiere, deren Hautbekleidung die größte Aehnlichkeit mit der Chitindecke der Käfer besitzt, sind äußerlich hauptsächlich durch die Form ihrer Taster ausgezeichnet, welche, indem das Klauenglied so angesetzt ist, daß es sich gegen die Verlängerung des vorletzten Gliedes bewegen kann, eine Scheere darstellen, wie bei den Krebsen. Die innere Organisation der Skorpione stimmt fast ganz mit derjenigen der echten Spinnen überein, mit den Abweichungen, welche die stärkere Gliederung ihres Körpers, besonders des Hinterleibes, erwarten läßt. Sie athmen auch, wie jene, durch Lungen (Luftkiemen), welche im zweiten Hinterleibsgliede liegen. Einige haben nur 2, andere dagegen bis 12 einfache Punktaugen. Die Vorrichtung zum Spinnen fehlt diesen Thieren stets. Sie sind sehr gefürchtet wegen des Stachels, in welchen das letzte Glied ihres Hinterleibes ausläuft und durch welchen aus zwei feinen Oeffnungen ein giftiger Speichel, das Erzeugniß der in jenem Gliede liegenden Giftdrüse, sich in die damit gestochenen Wunden ergießt. Indessen gibt es nur in heißen Ländern solche Arten, deren Stich dem Menschen tödtlich werden kann. Der Stich der südeuropäischen Art (Fig. 752), welche nicht nördlicher als in Tirol, vorkommt, ist nur sehr schmerzhaft. Die Skorpione bedienen sich ihres Stachels allgemein zur Tödtung der Insekten, welche ihnen zur Beute dienen. Sie sind nächtliche Thiere. Merkwürdig ist,

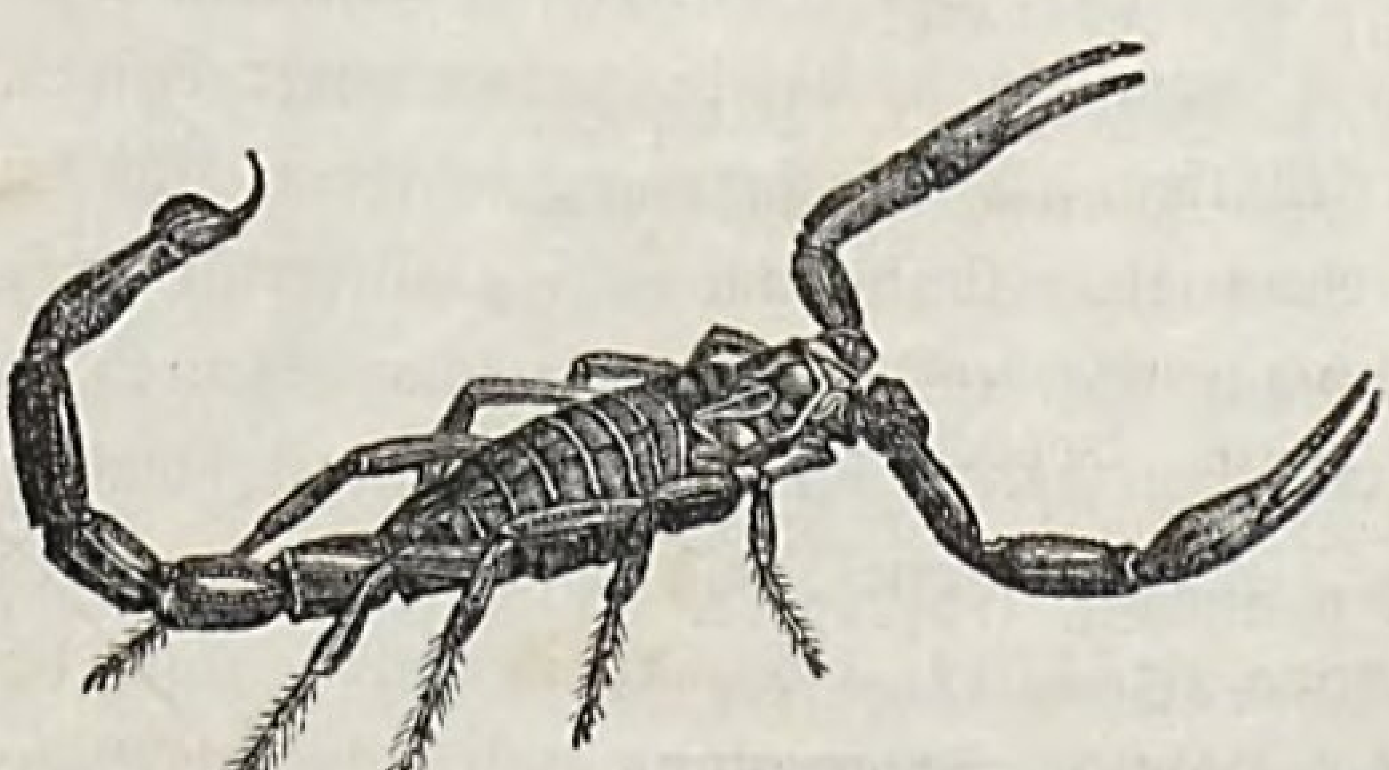


Fig. 752. Der südeuropäische Skorpion (Scorpio Europaeus).

daß sie, anstatt Eiern, lebendige Junge zur Welt bringen und diese lange bewachen, ja sogar mit sich tragen.

Den Skorpionen sehr nahe verwandt, sind die Spinnenskorpione (Thelyphonus), mit spinnenähnlichem Hinterleibe, welcher in ein fadenartig gegliedertes Schwanzende ausläuft, sowie die kleinen Bücherskorpione (Cheliser) mit scheerenförmigen Tastern und milbenähnlichem, nur ganz schwach gegliedertem Körper, welche in alten Büchern, unter Moos und Baumrinde getroffen werden, — Thierchen, welche, wie die Weberknechte, durch Tracheen athmen.

Alter der spinnenartigen Thiere in der Schöpfung.

Die Spinnen waren im Allgemeinen noch weniger zur Erhaltung ihrer Ueberreste oder Abdrücke in den Schichten des Erdbodens geeignet, als die Insekten. Da diese Thiere ganz auf die Vertilgung letzterer angewiesen sind und in dieser Beziehung eine sehr wichtige Rolle im Haushalte der Natur zu versehen bestimmt sind, so wird die Vermuthung nicht ganz ungereimt erscheinen, daß keine solche Thiere existirt haben möchten, bevor es Insekten gab — ebenso wenig, als unter den Haarthieren die Fleischfresser existiren konnten, bevor die Pflanzenfresser, die ihre Nahrung bilden, begonnen hatten, sich auf der Erde zu verbreiten. Es scheint aber auch, als ob das erste Auftreten der Insekten auf der Erde, welches sich, allem Vermuthen und Anscheine nach, eng an die stärkere Entwicklung des Pflanzenwachsthums angeschlossen hat, sogleich von dem Auftreten spinnenartiger Thiere begleitet gewesen sei. In den Kohlenschichten der alten Steinkohlenformation Böhmens hat man sehr deutlich erkennbare Ueberreste von Skorpionen (Cyclophthalmus) aufgefunden, solche von Spinnen kennt man bereits einige Arten aus der Oolithformation (lithographischer Stein) von Solenhofen in Bayern, sowie zahlreichere aus den tertiären Fundstätten ausgestorbener Insekten, besonders auch aus dem Bernsteine.

III. Klasse. Krebse oder Krustenthiere.

Die Klasse der Krebse umfaßt die mannigfaltigsten, stets ungeflügelten Gliederthiere, deren gemeinsames Merkmal darin besteht, daß sie fünf oder mehr gegliederte Fußpaare besitzen.

Uebersicht der Krebsthiere.

1. Ordnung: Die eigentlichen Krebse. Decapoda.
2. Ordnung: Die Seeheuschrecken. Stomatopoda.
3. Ordnung: Die Flohkrebse. Amphipoda.
4. Ordnung: Die Kehlfüßler. Læmodipoda.
5. Ordnung: Die Asseln. Isopoda.
6. Ordnung: Die Stachelfüßler. Pœcilopoda.
7. Ordnung: Die Blattfüßler. Phyllopoda.
8. Ordnung: Die Büschelfüßler. Lophyropoda.
9. Ordnung: Die Saugkrebse. Siphonostoma.
10. Ordnung: Die Rankenfüßler. Cirrhipedia.

*

Erste Ordnung.

Die eigentlichen Krebse. Decapoda.

Der gemeine Flußkrebs (Fig. 753) ist das bekannteste Thier unter den eigentlichen oder zehnfüßigen Krebsen. Die Organisation desselben gibt uns in allen wesentlichen Theilen ein treffliches Beispiel der Organisation aller zu dieser Ordnung gehörigen Thiere.

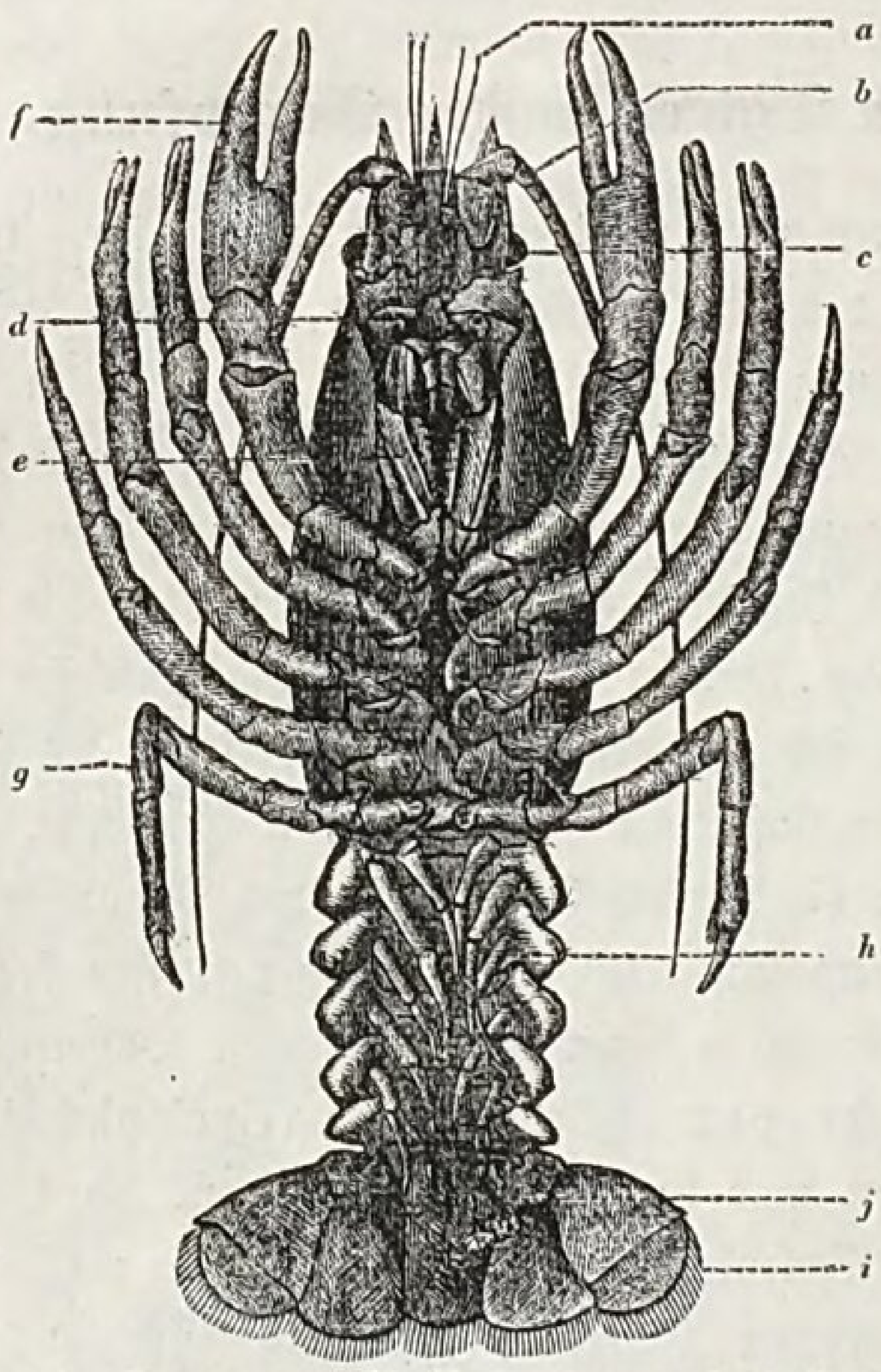


Fig. 753. Der gemeine Flußkrebs (Astacus fluviatilis) von der Bauchseite. *

* *a* Vorderes Fühlerpaar; *b* hinteres Fühlerpaar; *c* Augen; *d* Gehörorgan; *e* äußere Hülfskiefer; *f* erstes eigentliches Fußpaar (mit Scheerenfüßen); *g* fünftes eigentliches Fußpaar (mit Klauenfüßen); *h* Beine des Hinterleibes; *i* flossenförmige Beine des vorletzten Hinterleibsringels; *j* After.

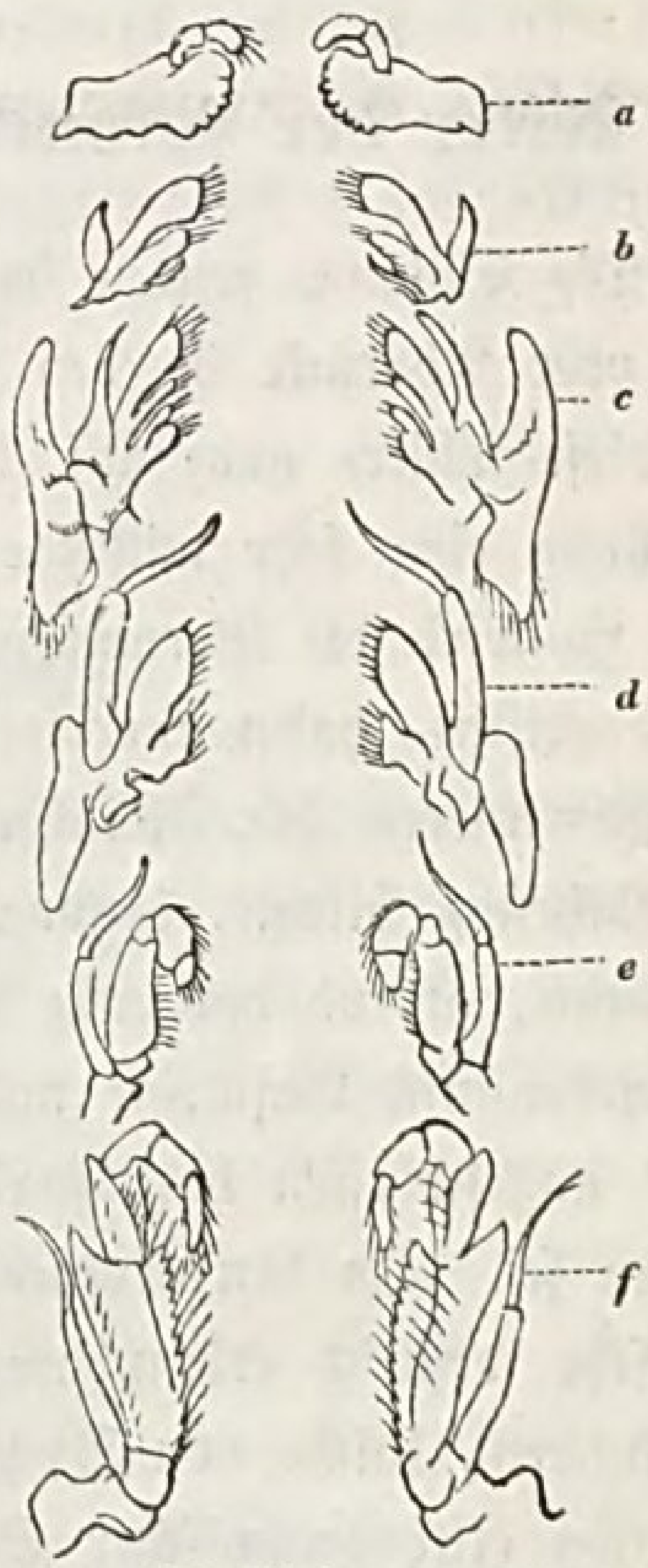


Fig. 754. Die Kiefer und Hülfskiefer des gemeinen Flußkrebses. *

* *a* Kiefer, mit kurzen, zweigliedrigen Tastern; *b c d e f* Hülfskiefer, von denen die letzten Paare ganz beinähnlich erscheinen.

Der Vordertheil der Krebse bildet, wie bei den Spinnen, ein gemeinsames Kopfbruststück (Cephalothorax) und ist mit einer gemeinsamen Panzerschale bedeckt, an welcher man auf der Rückenseite einen V förmigen Eindruck, als einzige Andeutung der Grenze zwischen Kopf und Vorderleib erkennt, während die Unterseite nicht undeutlich erkennen läßt, daß eine Anzahl Ringelglieder unter jener gemeinsamen Hülle vereinigt sind. Bei der Klasse der Insekten besteht, wie wir gesehen haben, der Vorderleib allemal aus drei Ringeln, deren jeder ein Beinpaar trägt und die Anwesenheit der drei Beinpaare deutete uns das Vorhandensein dreier Vorderleibsringel auch bei denjenigen Insekten an, bei welchen diese letztern äußerlich bis zur Unerkennbarkeit mit einander vereinigt sind. Wir haben daher auch Ursache zu vermuthen, daß bei den mit vier Beinpaaren versehenen Spinnen der mit dem Kopfe völlig verschmolzene Vorderleib vier Ringelgliedern entspreche. Bei den Krebsen ist die Zahl der vereinigten Ringel aber weit größer. Die Unterseite ihres Kopfbruststückes trägt außer fünf Paaren deutlich ausgebildeter Beine, welche an die

fünf hintern, recht wohl erkennbaren Ringel desselben angefügt sind, noch fünf Paare von unvollkommenen Beinen, welche nur zur Unterstützung der Kiefer beim Fressen dienen und welche daher Hülfskiefer (accessorische Kiefer) oder Kieferbeine genannt werden (Fig. 754). Das hinterste Paar derselben zeigt alle Glieder vollkommener Beine, kann aber doch, wegen seiner Kürze und der Art seiner Befestigung am Körper nicht zum Gehen, dagegen vermittelst des gezahnten Innenrandes der Schenkelstücke sehr gut zum Zerkleinern der Nahrung, zum Kauen, gebraucht werden. Die übrigen Hülfskiefer nehmen, je weiter nach vorn jedes Paar liegt, mehr und mehr eine den Beinen unähnliche, dagegen mehr den Kiefern vergleichbare Gestalt an. Die eigentlichen Kiefer endlich, mit ihrem zweigliedrigen, tasterartigen Anhange, welche an dem auf der Unterseite des Kopfes, ziemlich weit hinter dem Vorderende desselben, liegenden Munde stehen, bieten noch immer eine so deutliche Vergleichbarkeit mit dem hintersten Paare der Hülfskiefer dar, daß man in ihrem bezahnten, breiten Rande leicht die Innenseite von Schenkelstücken wieder erkennt. In der That, zwischen Beinen und Mundwerkzeugen ist hier der allmähligste Uebergang, eine Scheidung unmöglich. Auch die nahe unter dem vordern Ende des Kopfes stehenden und von mehren spießartige Vorragungen des Kopfschildes überragten Fühlhörner, als deren eigenthümlich zu Kiefern umgebildete Stellvertreter wir die sogenannten Oberkiefer der Spinnen betrachtet haben, dürfen an jener Vergleichung noch theilnehmen. Ihre kurzen Stielstücke (Fig. 757) sind nämlich dreigliederig und wie Beine am Körper eingelenkt; auch dienen sie manchen Arten als Bewegungswerkzeuge, und ihr langer geißelförmiger Anhang läßt sich den kürzern Anhängseln der Hülfskiefer, zumal der hintern Paare, nicht unpassend gegenüberstellen. Alle zehnfüßigen Krebse haben zwei Paare von Fühlhörnern; das vordere, obere Paar ist viel kleiner und trägt doppelte, borstenartige Anhängsel. — Der Hinterleib des Flußkrebses besteht aus sieben Ringelgliedern, welche sehr deutlich und beweglich von einander geschieden sind, und deren stark an den Seiten überragende Rückenschienen gänzlich die kleinen, einwärts gelegten Beine verdecken, deren unter jedem Ringel, mit Ausnahme des letzten kleinsten, sogenannten Schwanzgliedes, ein Paar eingefügt ist.

Wir haben nun gesehen, daß der Krebs, welcher auf den ersten Blick nur zehn Beine zu haben schien, deren eine große Zahl und sehr mannigfaltig gestaltete besitzt. Die drei ersten Paare der Hauptbeine tragen Scheeren, indem das klauenförmige Endglied so an dem starken vorletzten Gliede eingefügt ist, daß es sich seitlich gegen die fingerartige Verlängerung desselben legt. Beim Flußkrebs und manchen andern Arten sind die vordersten Scheeren die größten. Die nicht mit Scheeren versehenen Paare der Hauptbeine endigen mit einem Klauengliede. — Die Beine des Hinterleibes dienen zu rudernden Bewegungen beim Schwimmen; besonders das letzte Paar, dessen breite, mit Haarfransen besetzte Glieder die seitlichen Lappen des sogenannten Schwanzes bilden, stellt ein ausgezeichnetes Ruderwerkzeug dar.

Die Hautbekleidung der Krebse besteht aus einer Kruste mit chitinartiger Grundmasse, welche durch Aufnahme einer reichlichen Menge von phosphorsaurem Kalke eine fast steinige Beschaffenheit erlangt hat. Auf der Rückenseite und an den Kiefern, Hülfskiefern und Scheerenbeinen, ist die Kruste vorzugsweise stark und die

Oberfläche derselben körnig. An den Zusammenfügungen der Leibesringel und der einzelnen Glieder der Beine bleibt die Haut stets biegsam und fügsam; ein vorspringender Hinterrand jeder Rückenschiene des Hinterleibes deckt, zur nächst hintern Schiene schuppenartig übergreifend, die zwischenliegende weichere Verbindungsstelle. Die ganze Haut wird von den Krebsen von Zeit zu Zeit, in gemäßigt warmen Ländern regelmäßig im Frühlinge, abgeworfen, nachdem eine neue, weiche Haut sich unter der alten gebildet hat, die dann allmählig, während die Größe des Thieres sich ein wenig ausdehnt, erhärtet.

Die Mannigfaltigkeit der „zehnfüßigen" Krebse ist sehr groß. Ein Hauptunterschied, welchen man leicht wahrnimmt, liegt in der Ausbildung des Hinterleibes. Bei den einen, welche man Langschwänze (Macroura) nennt, und zu denen die Afterkrebse (Fig. 755), die Langusten (Fig. 756), Garneelen und Salikoken (Fig. 758) gehören, haben, wie der Hummer oder Seekrebs und der gemeine Flußkrebs, einen schlanken Vorderleib und einen vielgliederigen Hinterleib mit fünf bis sechs Paaren von Ruderfüßen und lappenartigem Ruderschwanze, welchen sie fast ganz nach hinten gestreckt tragen. Die Einsiedlerkrebse, deren Hinterleib ganz fußlos ist, jeder Spur von Gliederung entbehrt und seiner Weichheit wegen von diesen Thieren in leere Schneckengehäuse geborgen zu werden pflegt,



Fig. 755. Der Sandkrebs (Hippa emerita) mit untergeschlagenem Hinterleibe.

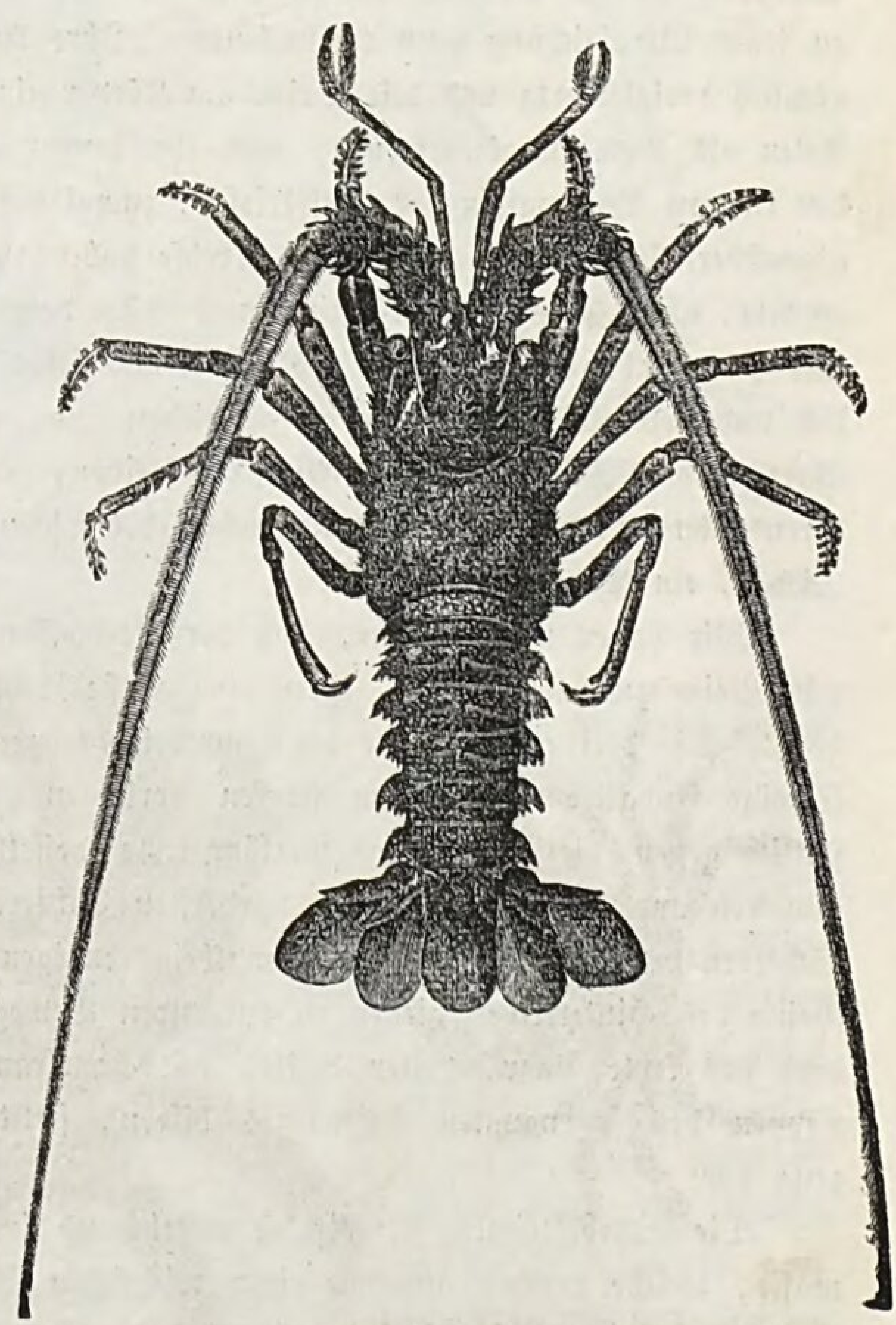


Fig. 756. Die Languste des Mittelmeeres (Palinurus quadricornis). 1/3 d. nat. Gr.



Fig. 757. Der gemeine Taschenkrebs (Cancer pagurus); — 1/4 d. nat. Gr.

(woher der Name rührt), schließen sich auch noch dieser Familie an. — Die andern, welche Kurzschänze (Brachiura) genannt werden, tragen ihren verkümmerten, nur aus wenigen Gliedern bestehenden und fußlosen Hinterleib gänzlich nach vorn untergeschlagen und unter dem breiten, eckigen Vorderleibe, von dessen Form man diese Thiere auch Taschenkrebse nennt, völlig verborgen. Hieher gehören die gemeinen Taschenkrebse (Fig. 757), die Flußkrabben (Fig. 759), die Turlurus (Fig. 763), sowie die Meerspinnen (Fig. 760) und die Stieläugler (Fig. 767). Große Verschiedenheiten zeigen sich sodann in der Bildung der Füße und der Fühler. Wie die gemeinen Flußkrebse, haben auch die Hummer an den drei vordern Fußpaaren Scheeren, am ersten die größten; bei den Garneelen oder Salikoken sind die Scheeren des zweiten Fußpaares bedeutender. Die Langusten entbehren der Scheeren gänzlich, ebenso die After- oder Sandkrebse, bei welchen die letzten Fußglieder breit, schaufelförmig und wirklich zum Wühlen im Sande geeignet sind. Alle Kurzschwänze tragen am ersten Fußpaare allein Scheeren. Einige dieser Thiere haben an den Hinterbeinen platte und breite Ruderfüße. — Die Fühler sind bei den Langschwänzen fast immer geißelförmig, bei den Kurzschwänzen nur

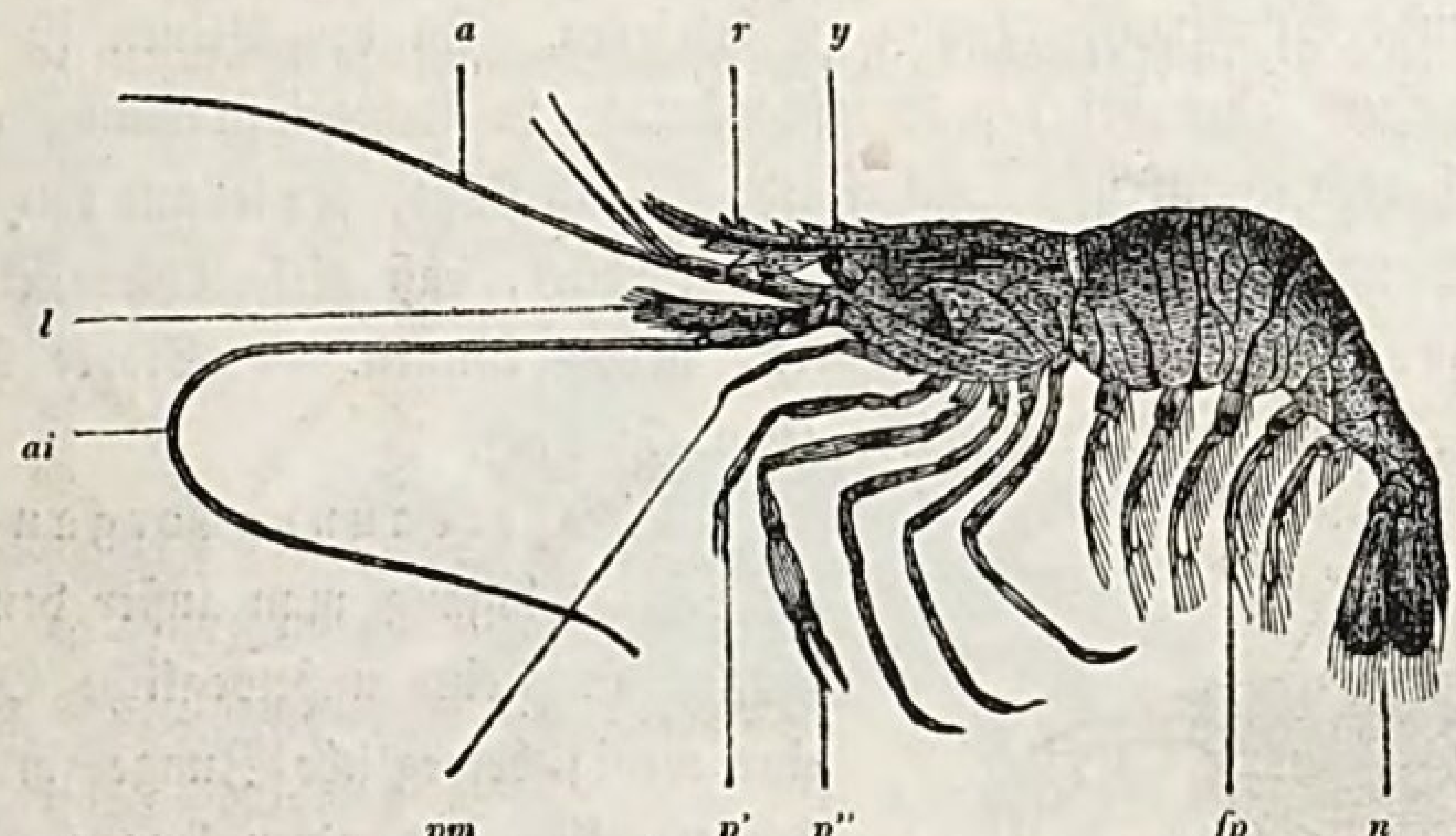


Fig. 758. Die Garneele des Mittelmeeres (Palæmon squilla). *

* *y* Augen; *r* Vorragungen des Kopfschildes; *a* obere Fühler; *l* beinartige Glieder der unteren Fühler; *ai* untere Fühler; *pm* äußere Hülfskiefer; *p'* erstes eigentliches Beinpaar; *p''* zweites Paar; *fp* Hinterleibsbeine; *n* Ruderflosse.



Fig. 759. Die Flußkrabbe (Thelphusa fluviatilis). 1/4 d. nat. Gr.

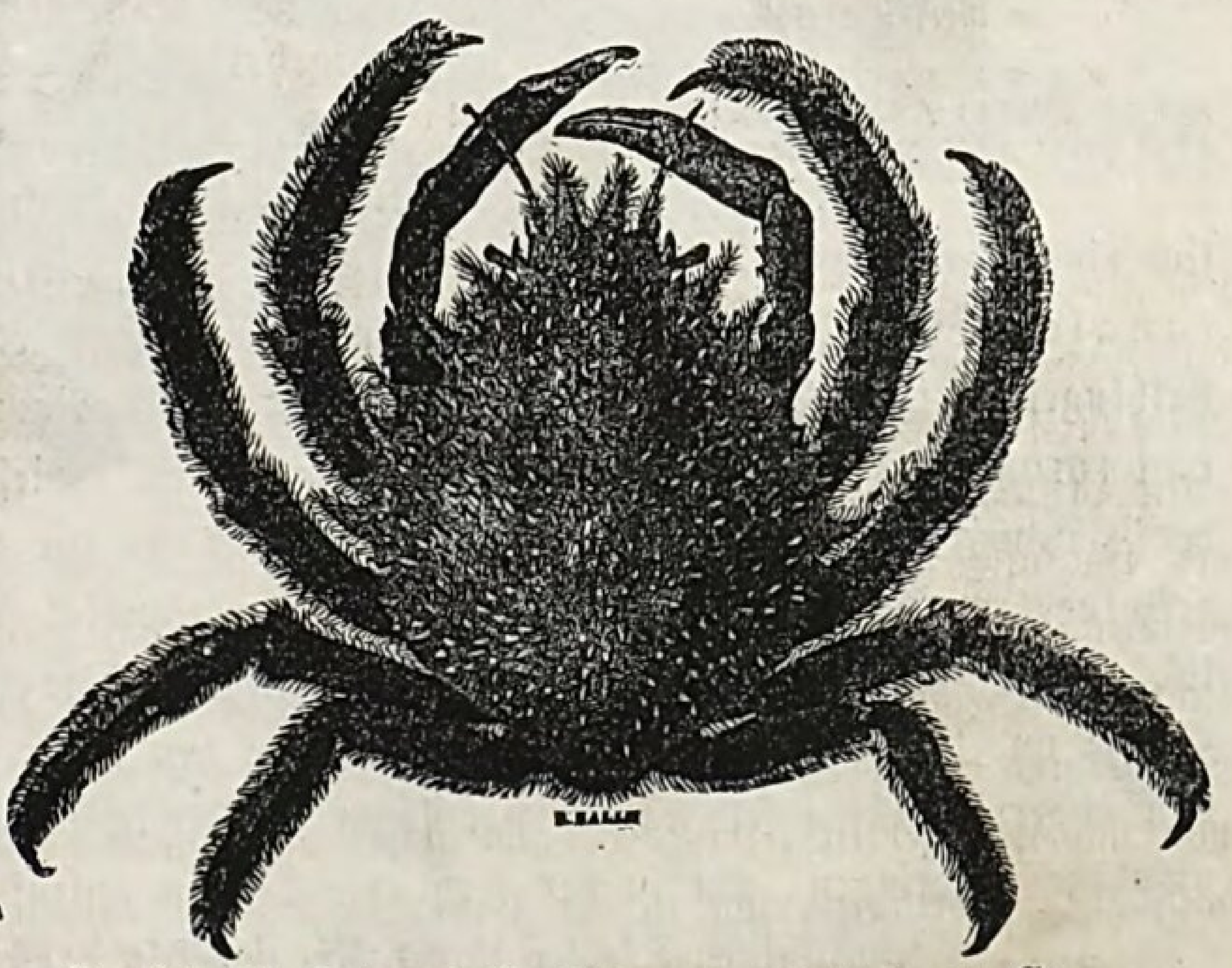


Fig. 760. Die Spinnenkrabbe (Maja squinado) 1/4 d. nat. Gr.

gering, oft kaum zu finden. Eine ungeheure Ausdehnung erreicht das untere Paar bei den Langusten (Fig. 756), bei welchen, wie bei den gemeinen Taschenkrebsen, das obere Paar am Ende fast scheerenähnlich getheilte Anhängsel besitzt. Bei den Salikoken (Fig. 757) laufen die obern Fühler in drei Geißeln aus. Sehr mannigfaltig ist auch die bald glatte, bald behaarte, bald körnelige, bald höckerige oder dornige Haut, sowie die Färbung der Krebse; obgleich im Allgemeinen düster, so ist die letztere doch keineswegs nur schwärzlich, sondern bei manchen Arten sehr schön grün, stahlblau, orangenfarbig. Alle Krebsthiere aber färben sich durch Hitze, z. B. in siedendem Wasser, vielleicht zufolge einer dadurch eintretenden chemischen Umänderung ihres Farbstoffes, mehr oder minder lebhaft roth.

Die innere Organisation der „zehnfüßigen" Krebsthiere stimmt zwar in manchen Stücken mit derjenigen der Insekten und Spinnen überein, zeigt aber auch wichtige Eigenthümlichkeiten.

Die Muskulatur ist bei den Langschwänzen durch die Beweglichkeit des Hinterleibes vorzugsweise ausgezeichnet. Dieselbe dient hier, um durch stoßweißes Unterschlagen dieses Körpertheiles und insbesondere seines ruderförmigen Endes die rückwärtsgehende Schwimmbewegung zu bewirken. In den Beinen ist sie bei allen Krebsen, besonders aber bei den Kurzschwänzen, in Uebereinstimmung mit der Einrichtung der harten Hautkruste, auf welche sie sich stützt, sowie mit den Verhältnissen und der Richtung der Beine selbst, so angeordnet, daß diese Thiere ebenso bequem zur Seite und rückwärts, als vorwärts, gehen können. — Starke Muskelbündel umgeben den Magen der Krebsthiere (Fig. 762 m).

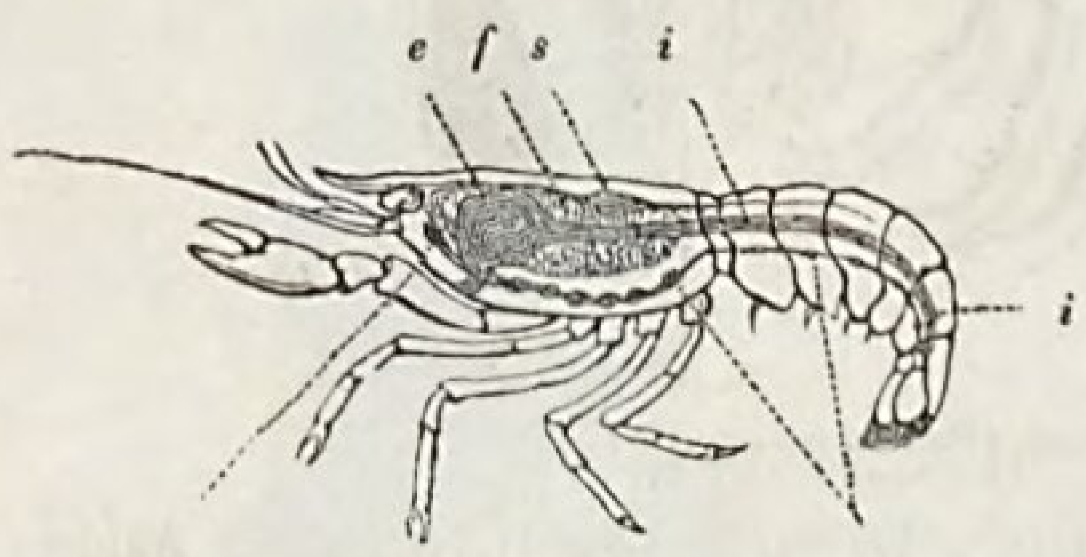


Fig. 761. Die inneren Organe des Flußkrebses in ihrer natürlichen Lage. *

* e Der Magen, darunter die Speiseröhre und der Mund; f die Leber; i der Darmkanal: s das Herz; g Ganglienkette; c Schlundganglien.

Die Verdauungsorgane (Fig. 761), an deren Eingang man außer den Kieferwerkzeugen nur eine unbewegliche Oberlippe und eine wenig bewegliche Zunge findet, bestehen hauptsächlich aus einer kurzen, aufsteigenden Speiseröhre, einem großen, durch Knorpelmasse sehr festen und inwendig mit fünf knochigen gezahnten Stücken oder mit dornenartig harten Haaren bewaffneten Magen (Fig. 762), in welchem die Speisen einer nachträglichen Kauung unterworfen werden, und endlich einem gradeswegs bis an das letzte Ende des Hinterleibes verlaufenden Darmkanale. Im Magen sammelt sich ein Vorrath von Kalk in Form zweier platt halbkugelförmiger Steine, welche früher unter dem Namen „Krebssteine" (lapides cancrorum) auf den Apotheken gebräuchlich waren. Diese Steine verschwinden nach der Häutung, indem dieselben wahrscheinlich dann zur Bildung der neuen Kruste verwendet werden. — Mit der Kürze des Darmkanales stimmt überein die Verdaulichkeit der Nahrung, welche die Krebse genießen. Sie halten sich nur an thierische Stoffe und verzehren vorzüglich gern Aas von den leicht faulenden Seethieren, auch von andern Krebsen selbst. Es gibt sogar Krebsgattungen, welche bis auf Begräbnißplätze vordringen, um in der Erde die Leichen aufzusuchen (Fig. 763).

Bei den zehnfüßigen Krebsen findet man eine sehr große Leberdrüse (Fig. 762), welche jederseits einen großen Doppellappen bildet und das bedeutenste Eingeweide

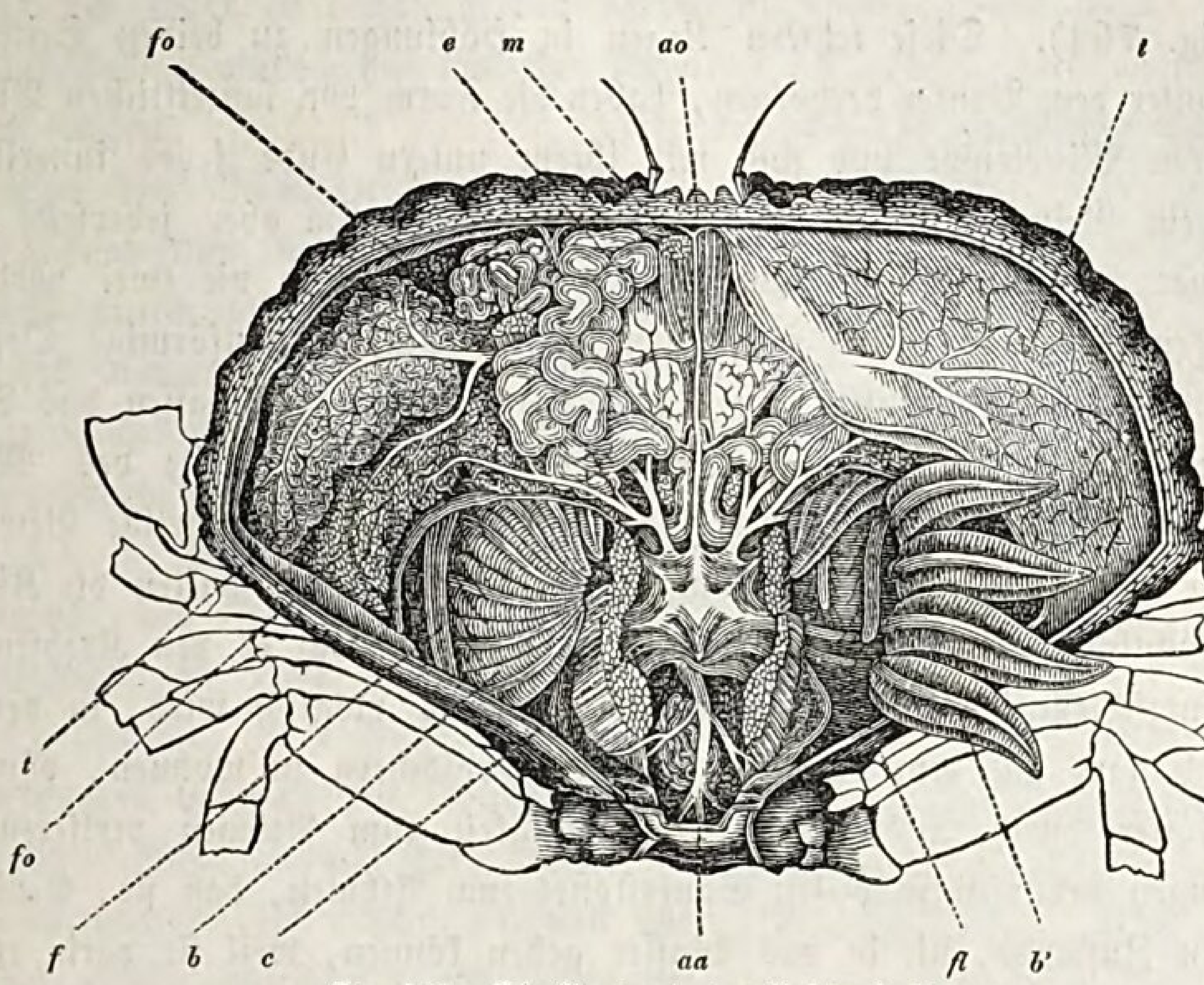


Fig. 762. Die Anatomie des Taschenkrebses. *

* Die Rückenseite des Schildes ist weggenommen: *t* ein Theil der den Schild innerlich auskleidenden Haut; *ao* Augenarterie; *m* Magenmuskeln; *e* Magen; *fo* Leber; *f* geißelförmiger Anhang des äußern Hülfskiefers, welcher in die Kiemenhöhle hineingestreckt liegt und bei der Bewegung der Füße wie ein Pumpenstempel zur Erneuerung des Wassers dient; *b* Kiemen; *b'* die Kiemen der rechten Seite auseinandergelegt; *c* Herz; *aa* Baucharterie; *fl* Kiemenhöhlung.



Fig 763. Die Turluru-Erdkrabbe (Gecarcinus ruricola). — 1/3 d. nat. Gr.

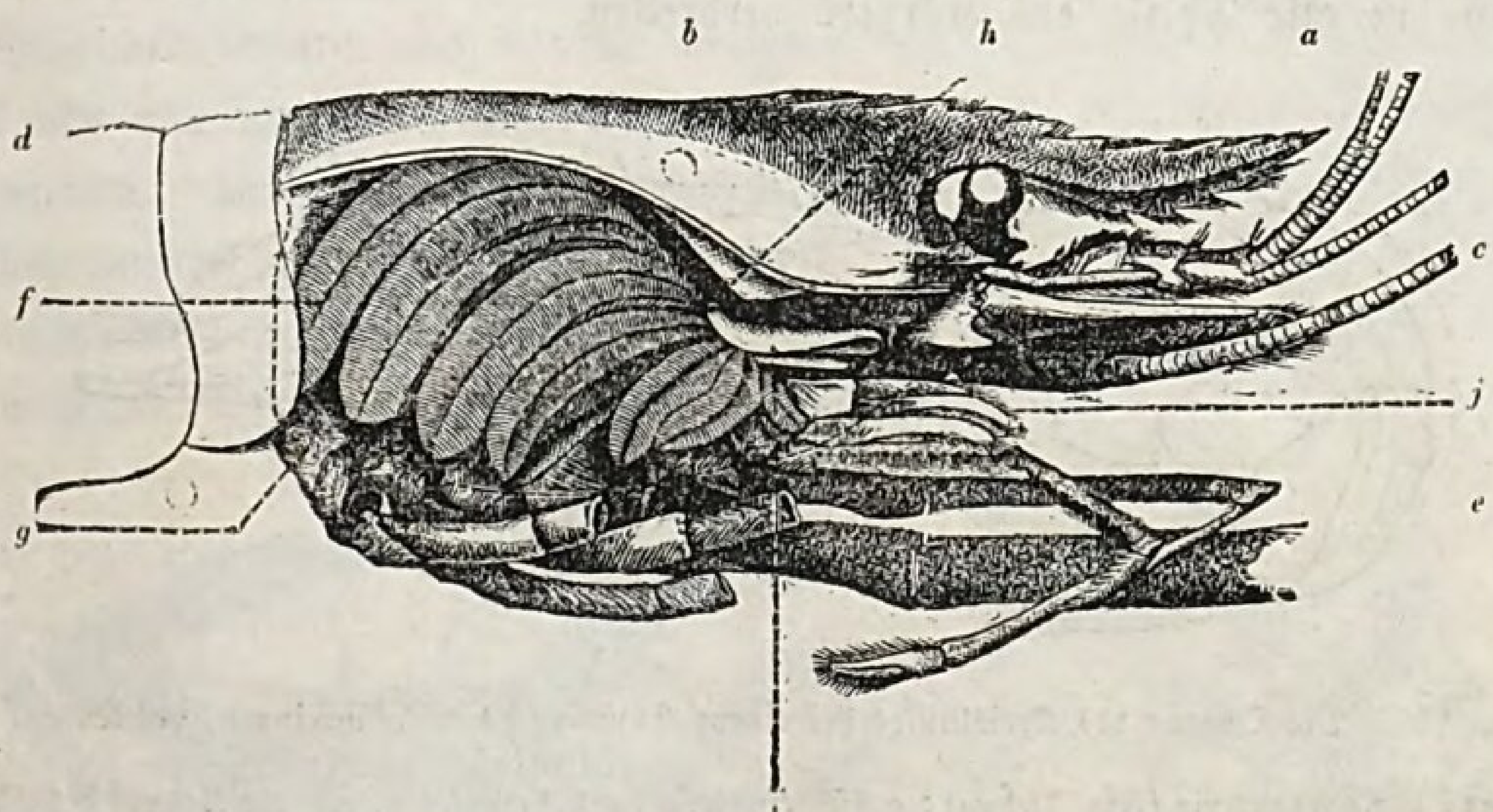


Fig. 764. Der Vorderleib einer Garneele (Palæmon) seitlich geöffnet und vergrößert. *

* *a* Vorragung des Kopfschildes; *b* Vorderleibspanzer; *d* Hinterleib; *g* Linie, welche die Form des weggenommenen Panzerstückes andeutet; *h* Athmungskanal; *f* Kiemen; *i* Klappe im Athmungskanale, vom äußern Hülfskiefer gebildet; *j* Eingang zum Athmungskanale; *c* Fühler.

im Vorderleibe dieser Thiere ist. Von Spinnwerkzeugen und Giftdrüsen ist keine Spur vorhanden.

Die Athmung der eigentlichen Krebse geschieht durch innerlich liegende

*

Kiemen (Fig. 764). Diese letztern liegen in Höhlungen zu beiden Seiten des Vorderleibes unter dem Panzer verborgen, haben die Form von lanzettlichen Blättern mit einer starken Mittelrippe und sind mit ihrem untern Ende jedes innerlich da befestigt, wo ein Beingelenk sich an den Rumpf fügt. Da aber jederseits sieben Kiemen in einer gemeinsamen Höhlung liegen, so entsprechen die zwei vordersten und kleinsten den beiden hintersten Hülfskieferpaaren. Eine spaltenförmige Oeffnung oder mehre Löcher jederseits unter dem Rande des Rückenpanzers lassen das Wasser in die Kiemenhöhlung eintreten, während andere zu jeder Seite des Mundes den Austritt desselben gestatten, wobei eine pumpen- oder klappenartige Bewegung der Hülfskiefer (Fig. 762) die Strömung befördert. Uebrigens halten die Kiemenhöhlen die Feuchtigkeit sehr lange unter sich zurück, wodurch es den Krebsen, besonders den kurzschwänzigen Sandkrabben und Turlurus möglich wird, in der Luft zu athmen und ganz auf dem Lande in feuchten Erdlöchern zu wohnen, ohne daß ihre Kiemenblätter durch Austrocknung die Fähigkeit zum Athmen verlieren. Ja manche Gattungen bedürfen so vielen Sauerstoffes zum Athmen, daß sie, wenigstens im erwachsenen Zustande, nie in das Wasser gehen können, weil sie darin ersticken würden. Ihre Kiemen verrichten also ganz die Dienste von Lungen. — Jedes Kiemenblatt besteht bei den eigentlichen Krebsen aus Büschelchen von kurzen borstenförmigen Fasern, die Mittelrippe desselben aus einer Venenader und einer Arterienader.

Der Kreislauf (Fig. 765) des fast ganz farblosen Blutsaftes hat bei den Krebsen sehr große Aehnlichkeiten mit dem der Insekten und der durch Tracheen athmenden Spinnen. Die Nahrungssäfte und das durch den Körper verbreitete Blut sammeln sich in unregelmäßigen Höhlen, gelangen aber endlich in zwei dicke adernartige Schläuche, deren jederseits einer an der Bauchseite des Vorderleibes unter den Befestigungspunkten der Kiemen liegt und in jede Kieme eine der obenerwähnten Venenadern sendet. Die Arterienadern der Kiemen laufen in dem am Rücken liegenden Herzschlauche zusammen, von welchem aus sich zum Theil ziemlich lange Arterienäste in alle Theile des Körpers verbreiten.

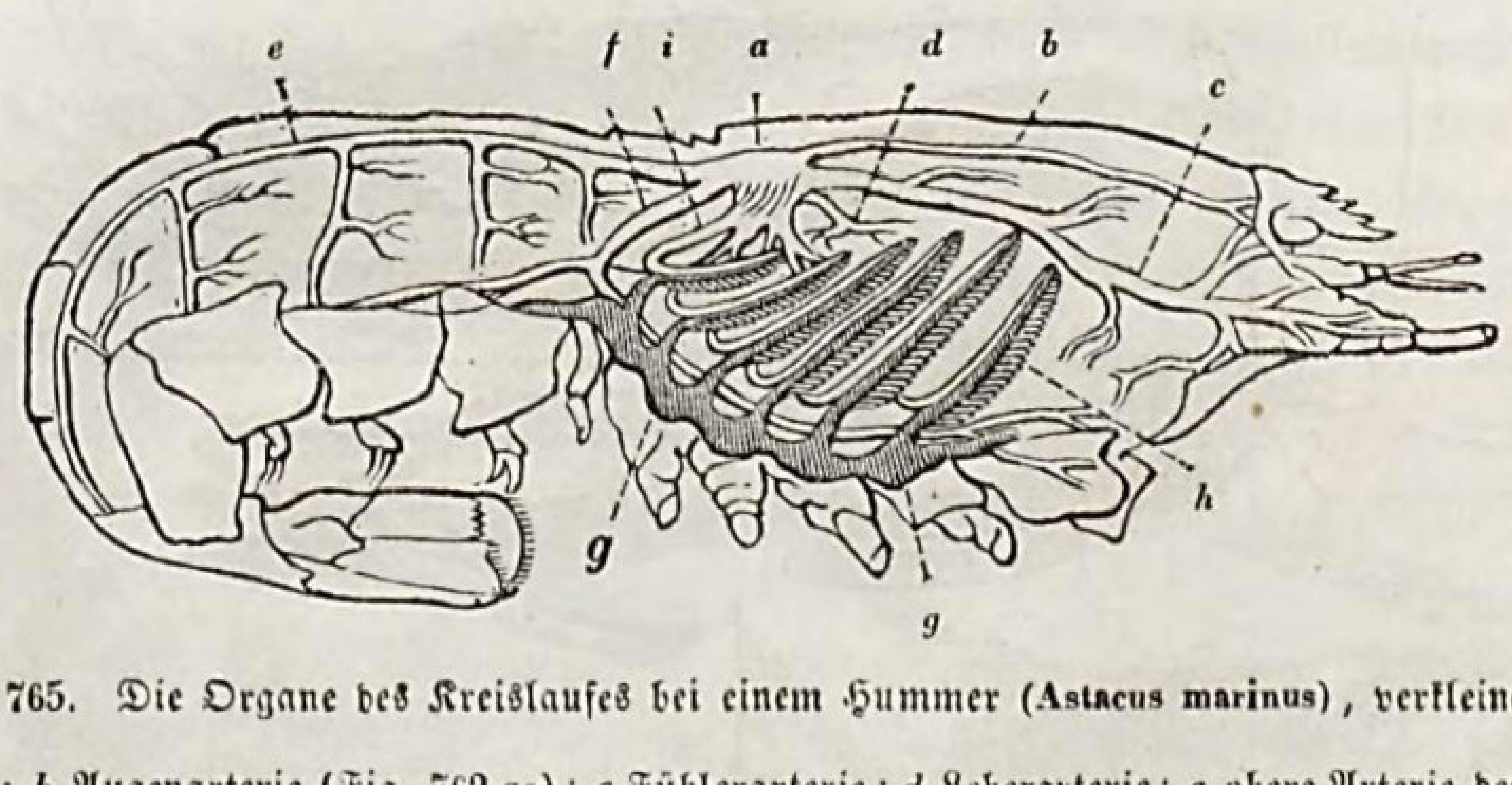


Fig. 765. Die Organe des Kreislaufes bei einem Hummer (Astacus marinus), verkleinert. *

* *a* Herz; *b* Augenarterie (Fig. 762 *ao*); *c* Fühlerarterie; *d* Leberarterie; *e* obere Arterie des Hinterleibes (Baucharterie); *f* untere Arterie des Hinterleibes und der Brust; *g* venöse Schläuche, welche das Blut ansammeln und in die Kiemen *h* senden, aus welchen dasselbe durch Arterien in das Herz zurückkehrt.

Die Ganglien (Fig. 766) zeigen Verhältnisse, welche denen der Insekten und Spinnen fast gleichen, nur daß die Anordnung der einzelnen Knoten je nach der innigeren Vereinigung oder deutlicheren Gliederung der Körpertheile verschieden zu sein pflegt. Die den Schlund umgebenden Ganglien sind bei den meisten dieser

Thiere bedeutend dicker als die übrigen, so daß sie sich sogar zu beiden Seiten oberhalb desselben in einen gehirnähnlichen Ballen vereinigen.

Von den Sinnen der Krebsthiere ist im Allgemeinen zu bemerken, daß solche, übereinstimmend mit der starken Entwicklung der Ganglien im Kopfe, eine nicht geringe Ausbildung verrathen, welche sich jedoch vorzugsweise auf den Geruch, das Gesicht und das Gehör erstreckt. Die Werkzeuge des Geruchs überall genauer nachzuweisen ist man bislang nicht im Stande gewesen. Am Grunde des innern Fühlerpaares befinden sich Grübchen, mit schleimiger Haut ausgekleidet, welche an die Nasengruben der Fische erinnern und von dem gehirnähnlichen Kopfganglion besondre Nervenzweige empfangen. Dem Gesichtssinne dienen zwei sehr vollkommene und aus einer großen Menge von Aeugelchen zusammengesetzte Augenballen, welche sich von denen der Insekten nicht erheblich unterscheiden. Diese Augen stehen bei den zehnfüßigen Krebsthieren, und außer diesen nur noch bei den Seeheuschrecken, auf beweglichen, bei den Langschwänzen meistens nur kurzen Stielen, deren auffallende Länge aber bei den Stieläuglern (Fig. 767) alle andern Beispiele übertrifft und uns an die augentragenden Fühlhörner der Schnecken erinnern muß. Durch Einziehung der Stiele können die Augen ganz in die Gruben neben der Spitze des Kopfes, in welchen sie stehen, zurückgezogen werden. — Dem Gehörssinne dienen, wie bei den Insekten, die sogenannten Fühlhörner, welche jedoch bei den Krebsen noch mit einer besondern, ohrartigen Einrichtung in Verbindung stehen. Unterhalb des äußern und mit der längsten Geißel versehenen Fühlhörnerpaares befindet sich nämlich eine kleine Höhlung (Fig. 768) vor deren Eingang eine Art Trommelhaut ausgespannt ist, während das Innere ein mit Flüssigkeit gefülltes Säckchen enthält, auf dessen Hülle sich ein besonderer Gehörsnerv verzweigt.

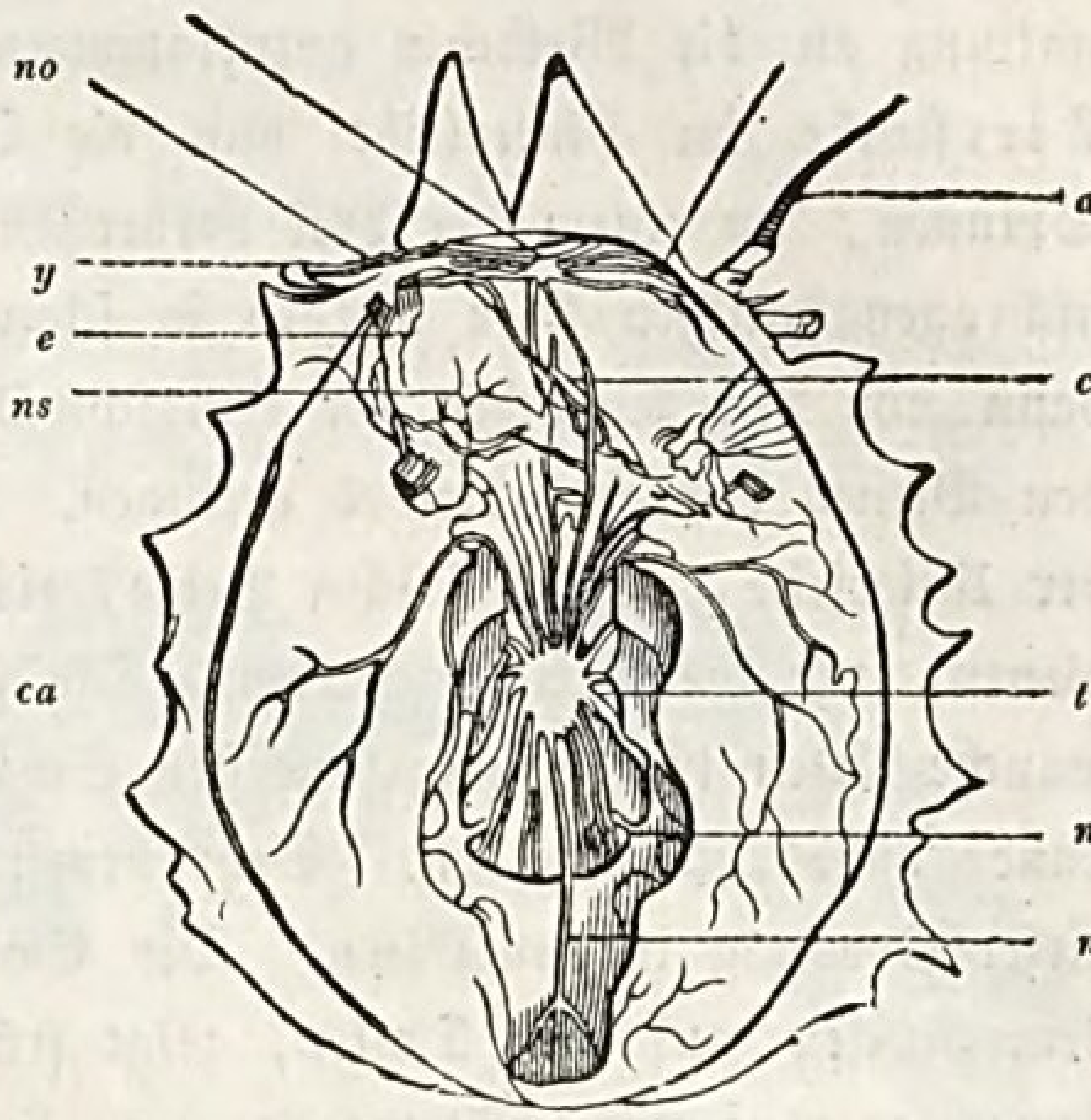


Fig. 766. Das Nervensystem der Spinnenkrabbe. *

* *ca* Der Vorderleibsschild von der Bauchfläche geöffnet; *a* Fühler; *na* Fühlernerv; *c* gehirnähnlicher Schlundganglienknoten; *no* Augennerv; *y* Auge; *e* Magen; *ns* Magennerv; *co* Nervenband, welches die Speiseröhre umgibt; *t* Vorderleibsganglienknoten; *np* Nerven der Beine; *na* Hinterleibsnerven.

Bei den meisten Krebsgattungen gleichen die Männchen den Weibchen sehr; doch erkennt man sie äußerlich leicht an der eigenthümlichen Form des ersten Paares



Fig. 767. Der Stieläugler (Podophthalmus spinosus). ½ d. nat. Gr.



Fig. 768.
Der Kopf einer Spinnenkrabbe von der Unterseite.*

* *ai* Untere Fühler; *a* obere Fühler; *y* Auge; *o* Gehörwerkzeug; *m* Hülfskiefer; *p* vorderstes Fußpaar; *s* Bruststück; *r* Kiemenhöhleneingang; *b* Mund.

der Beine am Hinterleibe. Diese Beine dienen den Männchen, um sich bei der Begattung an die Weibchen anzuklammern. Letztere tragen bedeutende traubenförmige Eierstöcke im Hinterleibe und die Oeffnungen dieser befinden sich, wie bei den Spinnen, an einem der drei vordersten Glieder des genannten Körpertheiles. Die fischrogenähnlichen Eier werden in schnur- oder traubenförmigen Massen gelegt und dann von den Weibchen der Langschwänze, bis daß die Jungen ausschlüpfen, an den Beinen des Hinterleibes getragen. Die Weibchen der Kurzschwänze besitzen auf der Unterseite, anstatt solcher Beine, vier Paare doppelter, behaarter Fäden, welche dienen, um die Eier zu halten. Die starke Vermehrung macht es erklärlich, daß manche Arten in den ungeheuersten Schaaren theils im Wasser, theils auch auf dem Lande angetroffen werden. Sehr bemerkenswerth ist die Entwicklung der Geschöpfe dieser Ordnung in den Eiern. Der Embryo liegt zuerst in Form einer Scheibe mit dem Rücken auf dem Dotter, zeigt früh die Spuren der Gliederung und anfangs kurze, warzenartige Stummeln der Fußpaare, Kiefer und Fühler. Der Dotter wird erst kurz vor dem Ausschlüpfen in der Mittellinie des Vorderleibes ganz von dem Panzer umschlossen. Anfänglich findet man auch bei allen die Kiemen völlig frei am Grunde der Beine liegend, indem die Entwicklung des Vorderleibspanzers noch nicht soweit vorgeschritten, daß derselbe an den Seiten des Körpers die Kiemenhöhlungen umschlösse. Wir werden bei der Betrachtung der übrigen Ordnungen der Krebse sehen, daß nicht wenige krebsartige Thiere eine solche freie Lage der Kiemen am Grunde der Beine während ihres ganzen Lebens behalten, und die zehnfüßigen Krebse durchlaufen also die Stufe, auf welcher jene stehen bleiben, schon bevor sie aus den Eiern hervorgehen. — Ferner muß es unsre Aufmerksamkeit erregen, daß der Hinterleib der Kurzschwänze während der Entwicklung in den Eiern anfänglich dem Vorderleibe im Wachsthume voraus eilt, erst später aber von letzterem so bedeutend überholt wird, so daß man während einer gewissen Periode die Kurzschwänze den Langschwänzen ähnlicher findet, als sie es sind nachdem sie die Eier verlassen haben. Wir werden hienach die Ausbildung der Kurzschwänze im Vergleich zu derjenigen der Langschwänze als eine weiter fortgeschrittene zu betrachten haben, und in Wirklichkeit sind erstere wohl die vollkommensten aller Krebsthiere. — Nach dem Ausschlüpfen aus den Eiern erleiden die eigentlichen Krebse sämmtlich keinerlei Verwandlung mehr; sie wachsen nur, indem sie die Schale wechseln. Uebrigens scheint es fast, als ob diese Thiere, welche ein bedeutendes Alter erreichen sollen, ihr ganzes Leben hindurch wachsen, da man ein und dieselbe Art mit Eiern versehen in den verschiedensten Größen findet. Manche Hummer und Langusten erreichen eine Länge von 1 bis 2 Schuhen und man findet Taschenkrebse mit fußbreitem Panzer. — Wenige Thiere besitzen eine so außerordentliche Fähigkeit, verlorene Gliedmaßen wieder zu ersetzen (Reproduktionskraft), als die Krebse. Wir hätten einer solchen Fähigkeit bei den Spinnen ebenfalls erwähnen können, allein die Krebse übertreffen jene noch. Bei diesen werden ganze Beine vollkommen ersetzt, und nicht selten findet man solche Exemplare, deren eine Scheere in Folge eines derartigen Nachwuchses viel kleiner ist, als die andre.

Die zehnfüßigen oder eigentlichen Krebse sind von allen Krebsthieren die wichtigsten, zahlreichsten und verbreitetsten.

Zweite Ordnung.

Die Seeheuschrecken. Stomatopoda.

Nur wenige Thiergattungen sind es, welche man, wegen der Aehnlichkeit mancher unter ihnen mit den heuschreckenartigen sogenannten Gottesanbeterinnen, Seeheuschrecken (Fig. 769) oder wegen der beinartigen Bildung ihrer Hülfskiefer Maulfüßler zu nennen pflegt. Sie haben alle eine platte Körperform. Von der vorigen Ordnung, mit deren Organisation diejenige dieser Thiere fast ganz übereinstimmt, unterscheiden sie sich theils durch die Gliederung ihres Vordertheiles, indem nicht nur der Kopf deutlicher vom Brustpanzer geschieden, ja bei einigen Arten frei

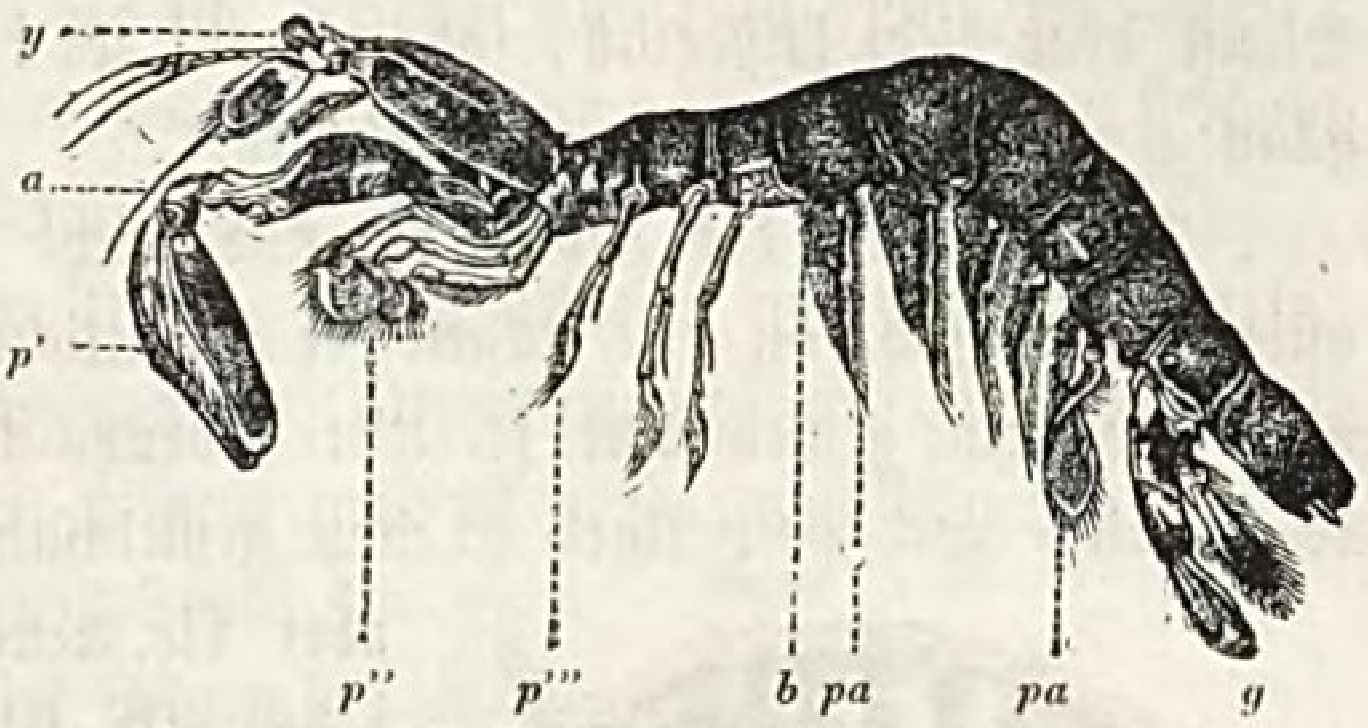


Fig. 769. Die Seeheuschrecke (Squilla mantis). *

* y Augen; a äußere Fühler; p' Hülfskieferfuß; p'' hintere Kaufüße; p''' Vorderleibsfüße; pa Hinterleibsfüße; b Kiemen; g Ruderflossenfüße.

beweglich ist, sondern auch die drei hinteren Ringel des Vorderleibes selbst beweglich und ganz wie die des Hinterleibes gestaltet sind. Ein weiterer Unterschied beruht darin, daß die Maulfüßler acht Paare vollkommen ausgebildeter Beine besitzen, indem einige Paare der Hülfskiefer bei ihnen auch als wahre Beine erscheinen und besonders das zweite vordere, unmittelbar neben dem Maule stehende, Paar zu bedeutend langen Fangarmen mit hakenförmig einschlagbaren Füßen umgestaltet ist. Scheerenglieder fehlen den Maulfüßlern gänzlich. Ein sehr ausgezeichneter Unterschied dieser Ordnung von der vorigen zeigt sich in der Bildung der Athmungswerkzeuge. Die Kiemen der Maulfüßler liegen nämlich nicht unter dem Panzer des Vorderleibes, sondern dieselben hangen in der Form von Federbüschen äußerlich an den flossenähnlichen Beinen des Hinterleibes.

Unter den Thieren dieser Ordnung, deren keins das Wasser verläßt, gibt es einige Arten, welche äußerst klein, mit blattartigem Hautpanzer versehen und wegen der zarten Bildung ihrer Bedeckung und ihrer inneren Organe fast ganz durchsichtig sind, so daß man manche, obgleich sie in unzählbaren Schaaren die Meere beleben, kaum zu entdecken vermag. Sie leben vorzugsweise in den Meeren der warmen Erdstriche.

Dritte Ordnung.

Die Flohkrebse. Amphipoda.

Die Flohkrebse, ebenfalls nur eine wenig artenreiche Ordnung der Krebsthiere, sind noch vollkommener gegliedert, als die Maulfüßler; denn ihr Kopf ist völlig frei beweglich und der Vorderleib ist in sieben deutliche Ringel getheilt. Sie haben eine flohähnliche, schmale und hohe Gestalt. Die Fühlhörner dieser Thiere sind bei manchen Gattungen vollkommen beinartig, das vordere Paar größer, als das hintere. Von ihren scheerenlosen Beinen dienen die beiden vorderen Paare zum Ergreifen der Nahrung, während die des kurzen Hinterleibes nur zu fortschnellenden

Bewegungen dienende, eingelenkten Spießen ähnliche Anhängsel sind. Die hintern Beinpaare des Vorderleibes sind bei diesen, an ihren schiefen, halb schwimmenden, halb hüpfenden Bewegungen leicht erkennbaren Thieren, deren man in jedem Bache eine Menge zu finden pflegt, in beständiger Bewegung, um stets mit frischem Wasser bespült zu werden. Es liegen nämlich an der Wurzel dieser Beine hautige lungenähnliche Bläschen, welche als Kiemen zum Athmen dienen, diesen Dienst aber nicht äußerlich, sondern auf der innern Fläche ihrer mit besondern Zugängen versehenen Höhlung verrichten.

Die Augen der Flohkrebse sind nicht auf beweglichen Stielen befestigt, und unterscheiden sich von den Augen der eigentlichen Krebsen auch in sofern, als dieselben nicht bloß eine gemeinsame facettirte Hornhaut besitzen, wie die der Insekten, sondern es ist diese noch von einer zweiten gemeinsamen glatten Hornhaut überkleidet, oder aber die Aeugelchen bilden nur Gruppen, und jedes besitzt also seine besondre Hornhaut. So bilden diese Augengruppen gleichsam den Uebergang von den Diademen der Raupen und der Spinnen zu den eigentlichen zusammengesetzten Augenballen.



Fig. 770. Der Meerflohkrebs oder die Crevettine (Talitrus locusta); zweifache Größe.

Die Bachflohkrebse vertilgen eine Menge von kleinen, im Wasser lebenden Insektenlarven; sie sind nur etwa $1/2$ Zoll lang; die Meerflohkrebse (Fig. 770) erreichen mitunter die doppelte Länge.

Vierte Ordnung.

Die Kehlfüßler. Laemodipoda.

Kehlfüßler werden gewisse, nur im Meere lebende, kleine Krebsthierchen genannt, deren Hinterleib so wenig entwickelt ist, daß er fast ganz zu fehlen scheint, und welche sich im Uebrigen nur dadurch von den Flohkrebsen wesentlich unterscheiden, daß das erste Ringelglied ihres Vorderleibes mit dem Kopfe verwachsen ist, und daher das an diesem befestigte Beinpaar gleichsam an der Kehle steht. Manche dieser Thiere pflegen an großen Meergeschöpfen vermittelst der klauenförmigen Endglieder ihrer Füße festgeklammert zu sitzen und an der Haut derselben zu zehren und heißen daher Walfischläuse (Fig. 771) u. s. w. Einige haben an mehren Fußpaaren Scheeren.



Fig. 771. Die Wallfischlaus (Cyamus ceti).

Fünfte Ordnung.

Die Asseln. Isopoda.

Die Asseln sind flach gewölbte und deutlich gegliederte Krebsthiere, mit völlig freiem Kopfstücke, an welchem nur die zwei hintern Fühlhörner deutlich ausgebildet zu sein pflegen, sehr kleinem, aber vollkommen ausgebildetem 1 bis 6 gliederigem Hinterleibe und sieben gleichartigen Beinpaaren an den sieben Vorderleibs=

ringeln, welche den Haupttheil des Körpers bilden. Die erwähnten Beine dieser Vorderleibsringeln dienen bei den im Wasser lebenden Gattungen zum Schwimmen, bei den auf dem Lande lebenden sogenannten Mauerasseln (Fig. 772) und Kellerasseln (fälschlich auch wohl Kelleresel genannt) zum Laufen. Die Ringel des Hinterleibes tragen anstatt Beinen, hautartige Blättchen, welche im Wasser und in der Luft zum Athmen dienen. Die Feuchtigkeit der Keller und der Mauerlöcher und anderer versteckter Orte unter Steinen oder in der Erde genügt, diese Athmungsorgane in dem zur Verrichtung ihrer Dienste geeigneten Zustande zu erhalten. Manche Thierchen dieser Ordnung haben die Fähigkeit, sich zu einer Kugel zusammenzurollen, indem sie Kopf und Hinterleib unter den Bauch krümmen.

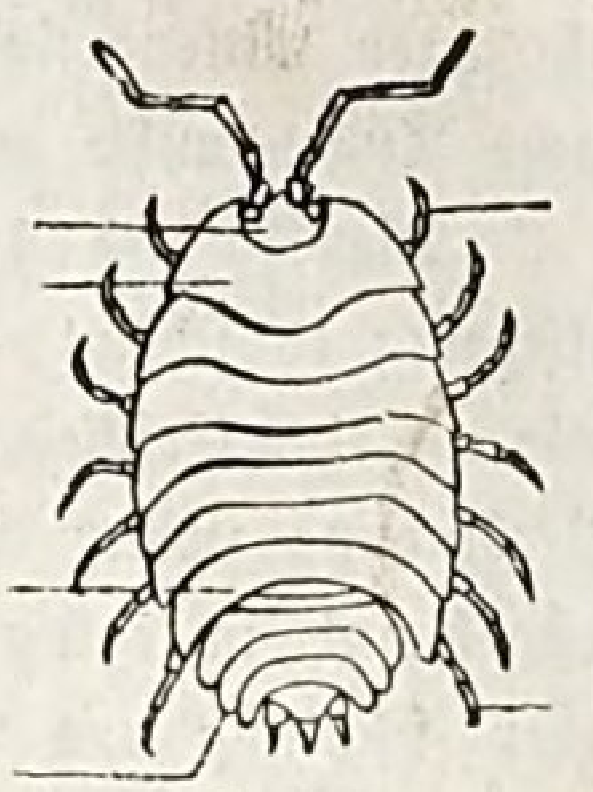


Fig. 772.
Der Mauerassel (Oniscus murarius); zweifache Größe.

Die Augen der Asseln sind keineswegs immer zusammengesetzt, sondern bei einigen Gattungen nur einfache Punktaugen, welche einzeln oder in Gruppen stehen.

Sehr auffallend ist bei einigen Meerasseln der Unterschied in der Größe der Männchen und Weibchen, indem die erstern mitunter nicht den fünften Theil der Länge von letztern erreichen. Die Weibchen tragen die Eier unter dem Vorderleibe, oft mit einer sackartigen Haut umhüllt.

Wie sich die Asseln durch ihre Gestalt und die Bildung ihrer Beine sehr bedeutend von den eigentlichen Krebsen unterscheiden, so entfernen sie sich auch durch die Art ihrer Nahrung erheblicher, als die Flohkrebse und Kehlfüßler, von denselben. Viele Gattungen nähren sich ganz von Pflanzenstoffen und es gibt unter diesen Thieren sogar solche, welche Holz fressen, wie die Bohrasseln (Limnoria terebrans), welche durch ihre Lebensweise an den Küsten Englands an Uferbauwerken nicht selten großen Schaden anrichten. Andere Arten fressen lebendigen Fischen Löcher in die Haut. (Fig. 773).



Fig. 773.
Der Fischlausassel (Cymothoa paradoxa) doppelte Gr.

Mit den Asseln sind außerordentlich nahe verwandt die Vielfüßler (Myriapoda), deren einige, Kugelasseln genannt, nach ihrer äußern Form leicht mit den gemeinen Asseln verwechselt werden können, während andere eine so langgestreckte, wurmartige Gestalt und eine so große Zahl von völlig gleichartigen Beinpaaren besitzen, daß man sie nicht sogleich für Angehörige der Klasse der Krebse erkennt. Dieselben unterscheiden sich von allen übrigen Krebsthieren durch ihre Athmungswerkzeuge, indem diese, wie bei den Insekten, in Tracheen bestehen, deren Stigmen sich zwischen den Ringeln des Hinterleibes öffnen, sowie durch die, ebenfalls ganz an die Verhältnisse der Insekten erinnernde, Einrichtung ihres Blutumlaufes. —

Die Vielfüßler haben stets nur zwei kurze Fühlhörner, neben dem Munde aber ziemlich vollkommene beißende Freßwerkzeuge, den Freßzangen der Insekten ähnlich, und an der Unterlippe beinartige Taster. Sie erleiden eine geringe Verwandlung, indem während mehrfacher Häutungen die Zahl ihrer Leibesringel und Beinpaare stets zunimmt, und zwar so, daß zwischen den frühern Ringeln neue sich ausbilden.

Die Kugelasseln (Glomeris) haben nur etwa 12 bis 20 Leibesringel und eben so viele Fußpaare. Man findet sie nicht selten unter dem Moose des Waldes ganz zusammengekugelt, und in dieser fast ganz unerkennbaren Haltung sehen sie schwarzen wickenartigen Samenkörnern nicht unähnlich. Diese Thiere haben 16 einfache Augenpunkte auf dem Kopfe.

Die Polydesmen (Fig. 774) sind langgestreckt, platt und sehr deutlich gegliedert; es scheint, als ob an jedem ihrer Ringelglieder zwei Beinpaare befestigt wären, eine Erscheinung, welche sich dadurch erklärt, daß jedes Glied als die innige Verbindung zweier Glieder zu betrachten ist. Die Polydesmen sind also gleichsam festgebannt in einem solchen Uebergangszustande, wie die Vielfüßler deren bei jeder Häutung und Verdoppelung der Glieder mehre zu überschreiten haben.

Die Tausendfuße (Fig. 775) sind walzrund und mit sehr harten Panzerringeln bedeckt. Im ausgebildeten Zustande bringen sie es auf 40 bis 60 Ringel und dabei trägt jedes Glied zwei Beinpaare, so daß einige Arten wenigstens fast ein halbes Tausend Beinchen haben können. Die Polydesmen und Tausendfuße rollen sich gern spiralförmig zusammen (Fig. 776). Sie nähren sich von Pflanzenstoffen.

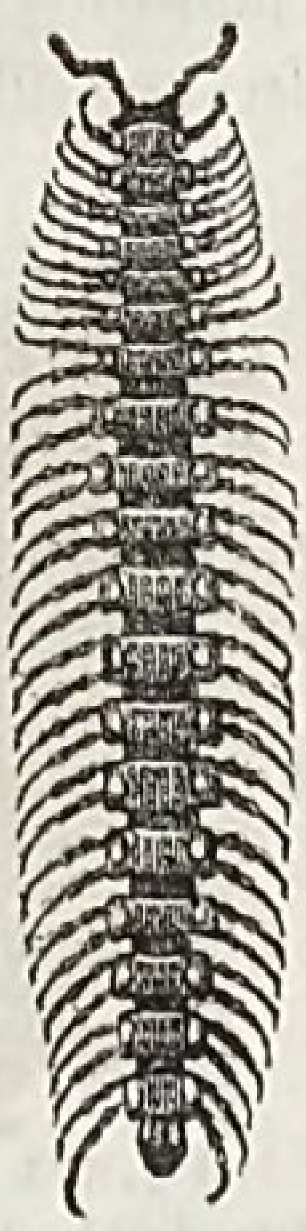


Fig. 774. Der platte Polydesmus (Polydesmus complanatus) doppelte Größe.

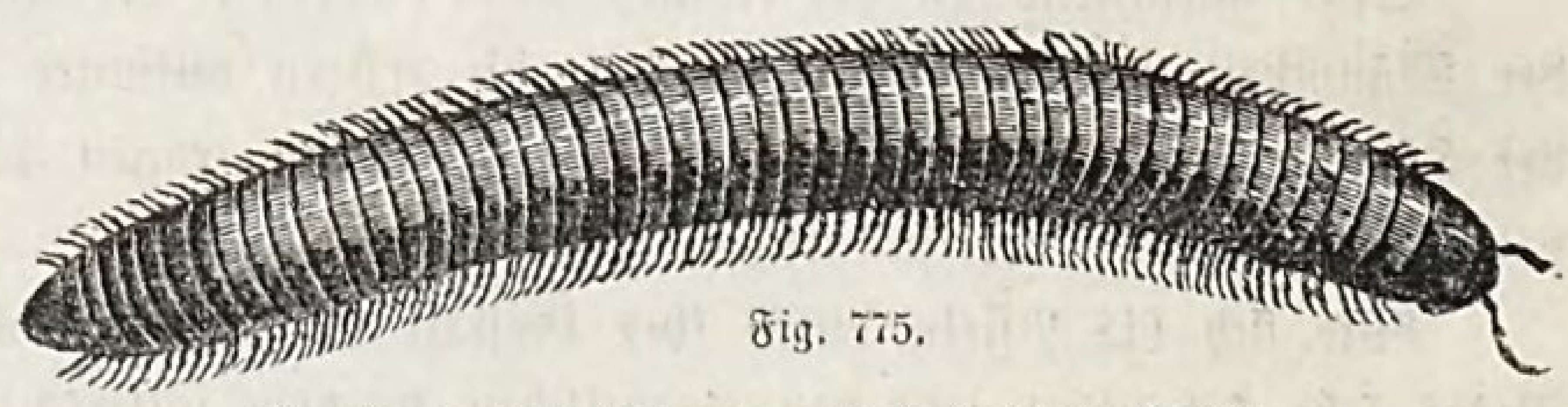


Fig. 775. Der Tausendfuß (Julus terrestris); dreifache Größe.

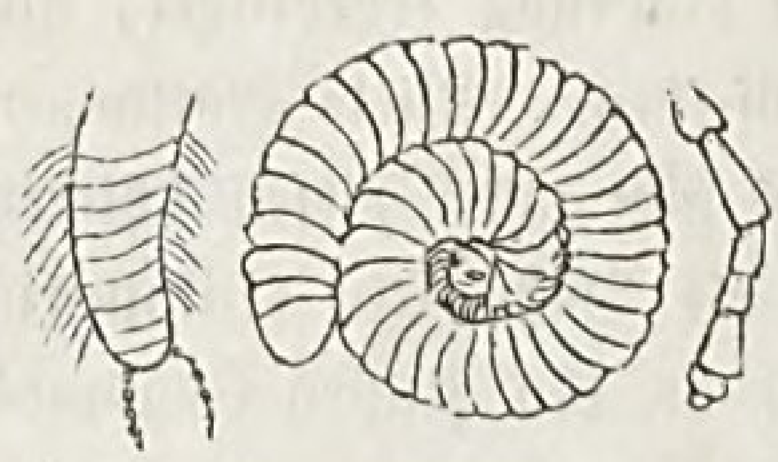


Fig. 776. Der Tausendfuß zusammengerollt; daneben links der Vordertheil des Thieres in natürlicher Größe; rechts ein Bein sehr stark vergrößert.

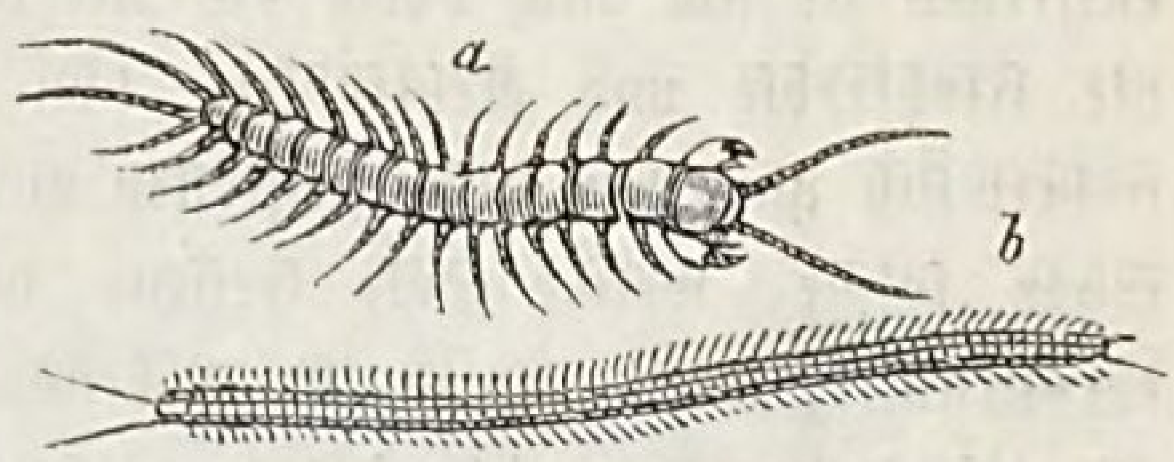


Fig. 778 Skolopender *

* a der Steinkneiper (Lithobius forcipus) — $^1/_3$ d. nat. Gr; b der Feuerassel (Geophilus electricus).

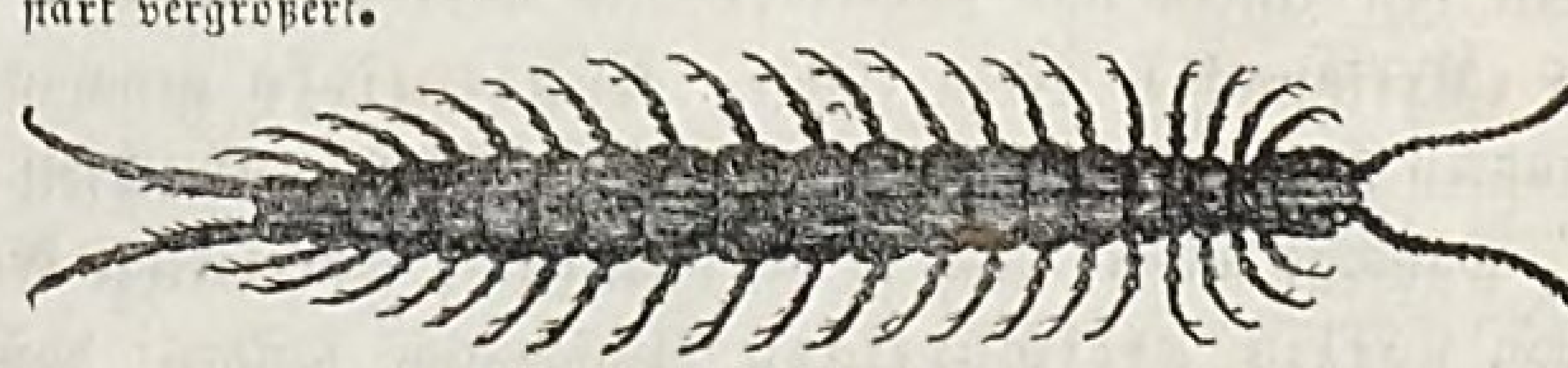


Fig. 777. Der Skolopender (Scolopendra italica).

Die Skolopender (Fig. 777) haben lange Fühlhörner, einen platten Leib und an jedem Ringel nur ein Fußpaar. Diese Thiere, zu denen unsere gemeinen, im Dunkeln leuchtenden, sogenannten Feuerasseln und die Steinkneiper (Fig. 778) gehören, fressen Insekten. Sie besitzen einen Giftspeichel, ganz wie die Spinnen, mit welchen sie nicht minder eigenthümliche Uebereinstimmungen zeigen, als mit den Insekten. Vollkommen wollen die Vielfuße überhaupt in keine unserer Klassen der Gliederthiere passen, weßhalb man in manchen Büchern dieselben als eine besondere Klasse für sich aufgestellt findet.

Sechste Ordnung.

Die Stachelfüßler. Pœcilopoda.

Die nach ihrer Heimath sogenannten Mollukischen Schildkrebse (Fig. 779) werden auch bald als Stachelfüßler, bald als Stachelschwänze oder Schwertschwänze bezeichnet. Der Körper dieser Meerthiere ist fast kreisrund, etwas gestreckt und nach hinten verschmälert. Alle Glieder desselben sind in zwei Partieen zusammengeschmolzen, deren jeder auf der Rückenseite mit einem flach gewölbten breitgerandeten Panzerschilde bedeckt ist. Jedes Schalenstück hat in der Mitte einen der Länge nach verlaufenden Kiel. Das Vorderleibsstück, welches den Kopf mit in sich begreift, hat einen mehr als halbmondförmigen Umkreis. Auf der Oberseite zeigt es zwei große zusammengesetzte, aber mit glatter facettenloser Hornhaut überzogene, ungestielte Augen und vor diesen zwei nahe beisammenstehende einfache Punktaugen. Fast in der Mitte der Unterseite (Fig. 780) befindet sich der Mund.



Fig. 779.
Der molukkische Krebs (Limulus polyphemus) Rückenseite. 1/3 d. nat. Gr.

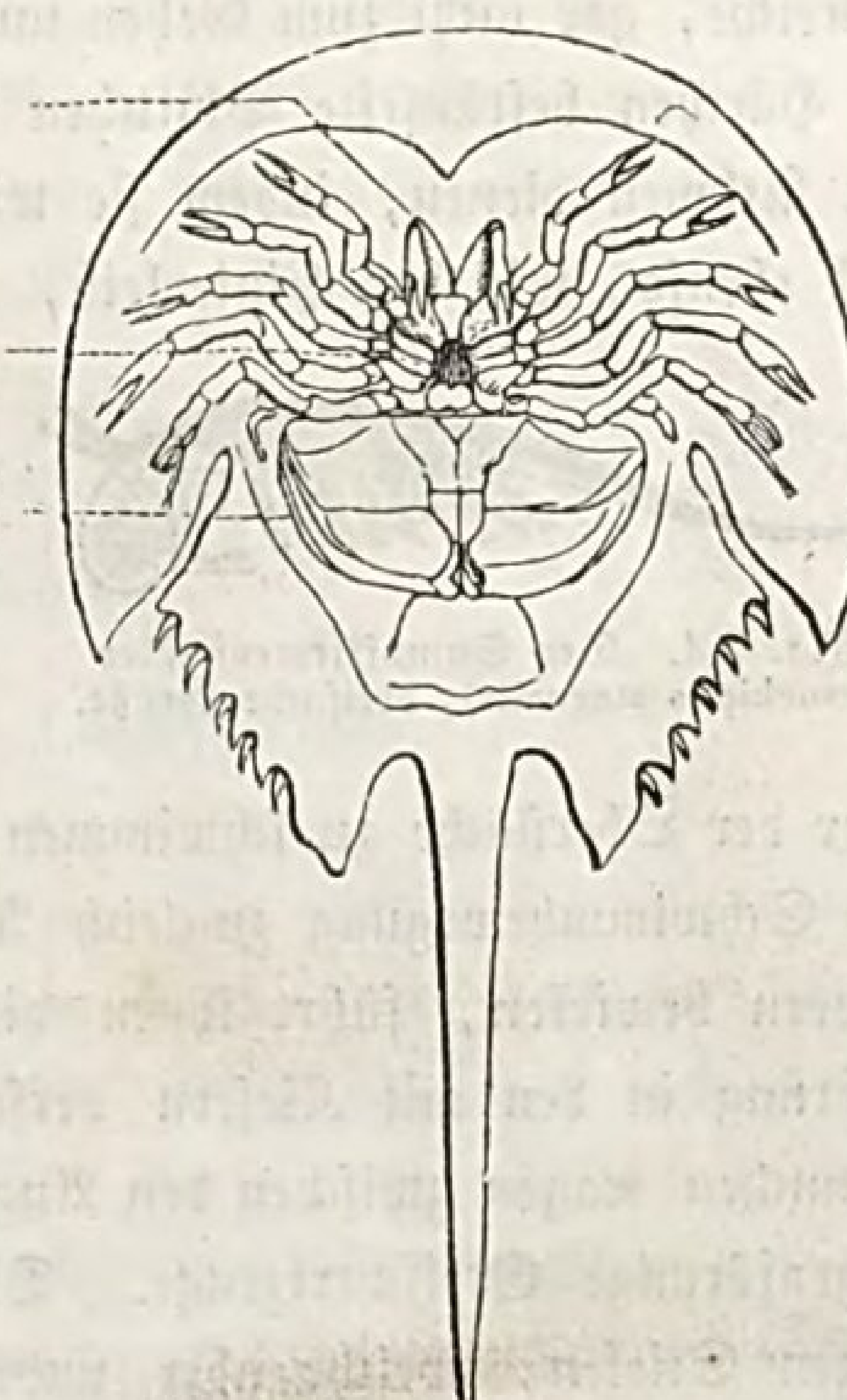


Fig. 780. Der mulukkische Krebs, Bauchseite.

Das kleinere Hinterleibsstück, welches an den Vorderleib in der Mitte seines mondförmigen Ausschnittes angefügt ist, hat eine fast dreiseitige, abgestutzte Form, ist an seinem Hinterrande winkelig ausgeschnitten und an den Seitenrändern mit beweglichen Stacheln bewaffnet, während der Längskiel des Panzers sich nach hinten in einen langen schwanzartigen Stachel verlängert. Die Bewohner einiger Inseln des großen Oceans und an den Küsten Indiens benutzen diesen Stachel als Pfeilspitze. Eigentliche Kiefer und Hülfskiefer findet man bei den Stachelfüßlern gar nicht, vielmehr ist ihr Mund umgeben mit sechs tasterartigen Beinpaaren, deren vorderstes ganz die Stellung der sogenannten Oberkiefer der Spinnen, dabei aber eine ganz beinartige Gliederung und Scheerenfüße zeigt und hauptsächlich zum Tasten dient, während die übrigen fünf Paare, ebenfalls mit Scheerenfüßen versehen, zugleich zum Laufen, zum Tasten und zum Kauen, zu allen diesen Verrichtungen, freilich ziemlich mangelhaft, dienen. Das Geschäft des Kauens verrichten insbe-

sondere die mit stacheligen Rändern versehenen Schenkelstücke. Zum Behufe des Tastens haben die Füße zum Theil fühlhörnerartige Geißelanhängsel. Eigentliche Fühlhörner fehlen den Stachelfüßlern dagegen gänzlich. — Der Hinterleib trägt flossenartige Schwimmfüße, fünf oder mehr Paare, welche, entweder alle sämmtliche oder nur das letzte, mit blattförmigen Kiemen besetzt sind.

Es gibt Stachelfüßler, deren Länge mit dem Stachel zwei Schuhe erreicht. Keine Art dieser sehr kleinen, aber merkwürdigen Ordnung der Krebsthiere findet sich in den europäischen Meeren.

Siebente Ordnung.

Die Blattfüßler. Phyllopoda.

Die Ordnung der Blattfüßler umfaßt die krebsartigen Thierchen, deren zahlreiche, gar nicht zum Gehen taugliche Beine, dünne, lappenförmig ausgeschnittene, mit Härchen befränselte Blättchen darstellen, und zu gleicher Zeit zum Rudern und zum Athmen dienen, indem sie wirkliche Kiemen sind. Bei allen ist der Vordertheil ebenso, wie der Hinterleib, vollkommen gegliedert und letzterer in zwei lange gewimperte Borstenanhängsel geendigt. Hieher gehören die kleinen sogenannten Kiemenfüßler (Fig. 781), welche man im Frühling in stehenden Gewässern nicht selten findet, und an ihrer auffallenden Weise, stets auf dem Rücken liegend, nahe unter der Oberfläche zu schwimmen, leicht erkennt. Dieselben können nie ruhen, da ihre Schwimmbewegung zugleich Athmung ist; die Strömung, welche sie durch das Rudern bewirken, führt ihnen die aus den kleinsten Wassergeschöpfchen bestehende Nahrung in den mit Kiefern versehenen Mund. Ihr Körper ist dünnhäutig; die Männchen tragen zwischen den Augen, anstatt des vordern Fühlerpaares, zwei große zangenförmige Greifwerkzeuge. Die Augenballen dieser Thiere stehen auf ziemlich langen Stielen, welche aber unbeweglich sind und die Bildung derselben zeigt in ausgezeichnetem Grade die Eigenthümlichkeit, deren wir schon bei den Stachelfüßlern gedacht haben, und welche sich bei den Büschelfüßlern ebenfalls findet und diese drei Ordnungen in auffallender Weise von fast allen übrigen Krebsthieren unterscheidet. Diese Augenballen sind nämlich, wie bei manchen Flohkrebsen, obgleich sie aus zahlreichen Aeugelchen zusammengesetzt sind, keineswegs wie die der Insekten und wie die der eigentlichen Krebse, mit einer facettirten, sondern mit einer vollkommen glatten und schlichten Hornhaut bekleidet. Unter dieser Hornhaut liegt eine zweite dünnere, welche deutlich facettirt ist und in einer zarten klaren Substanz etwas dunkelere, festere, kreisförmige Fensterchen enthält, deren jedes einer dahinter liegenden Augenlinse entspricht. — Bei den Kiemenfüßlern steht auf der Stirn noch ein einfaches Punktauge. — Die ebenfalls nur kleinen Ohnefuße (Apus), welche diesen Namen nur in Rücksicht auf die ganz hautartige Beschaffenheit ihrer hundert Beine mit Recht tragen, sind mit einem großen Hautschilde bedeckt, fast wie die Schwertschwänze, aber ihr Hinterleib ist gegliedert und trägt zwei Borsten. Auf dem Vorderleibsschilde stehen drei Augen. Eins ihrer vordern Beinpaare trägt ge=



Fig. 781. Der Sumpfkiemenfüßler (Branchipus stagnalis); dreifache Größe.

gliederte Füße mit vier langen fühlhörnerartigen Geißeln. — Die Limnadien (Fig. 782) tragen einen noch breitern und den ganzen Körper deckenden durchsichtigen Schild, welcher von beiden Seiten der Art zusammengebogen ist, daß auf dem Rücken sich ein scharfer Kiel befindet und die beiden Seitenhälften wie eine zarte Muschelschale das ganze Thier einschließen. Sie haben über 20 Beinpaare.

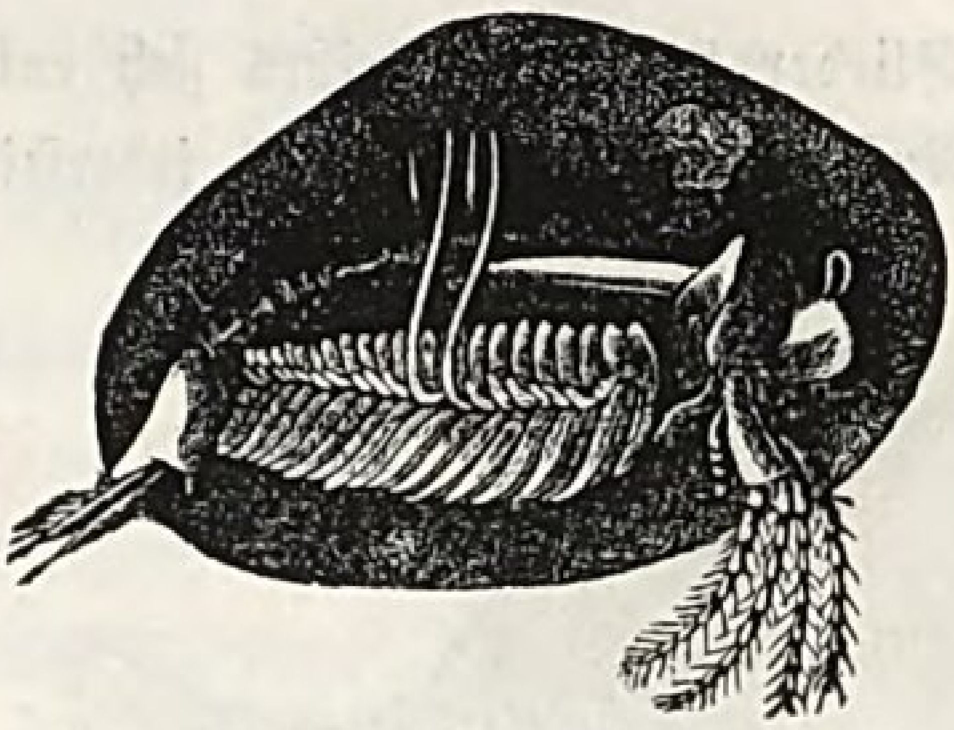


Fig. 782. Das Sumpfschildkrebschen (Limnadia Hermanni) 4fache Größe. *

* Der Schild ist auf der rechten Seite abgenommen, um das Thier zu zeigen.

Die Blattfüßler erleiden eine gewisse Verwandlung, fast wie die Ungeziefer unter den Insekten, indem sie die volle Zahl ihrer Beine erst allmählig und mit mehren Häutungen erhalten, ja einige sogar auch die beiden Augenballen nicht vor der ersten Häutung besitzen. Diese Thiere kommen aus den Eiern als birnförmige Geschöpfchen mit einem einzigen und einfachen Auge, zwei Paaren ungleicher Ruderfüße, die sich später zu Fühlhörnern umgestalten, und einem dritten Paare von Bewegungsorganen, aus welchen sich später die Kiemen bilden.

Achte Ordnung.

Die Büschelfüßler. Lophyropoda.

Die Ordnung der Büschelfüßler umfaßt nur sehr winzige Thierchen, welche selten die Länge einer Linie übersteigen, dagegen großentheils auf der äußersten Grenze der unsern bloßen Augen wahrnehmbaren Kleinheit stehen bleiben. Sie unterscheiden sich von den Blattfüßlern im Ganzen wenig; nur besitzen sie minder zahlreiche, aber deutlich gegliederte, dennoch freilich zum Rudern allein brauchbare Beine, welche mit Büscheln von Wimperhärchen besetzt sind und die hauptsächlichen Athmungswerkzeuge dieser Thierchen sind. Jedes Härchen ist innen hohl und dient als ein Athmungsröhrchen. Allein man hat Ursache zu vermuthen, daß auch andere Theile der Haut die Dienste der Athmung zu verrichten fähig sind. Die meisten Büschelfüßler sind, ähnlich wie die Limnadien, zwischen zwei muschelähnlichen Hautschildchen eingeschlossen. Bei solchen ist der Hinterleib nicht gegliedert. Es gehören hieher die in Pfützen und Regenbehältern häufigen Cypris-Muschelkrebschen. — Die Wasserflöhe oder Daphnien schwimmen, mit hüpfenden Bewegungen als kaum sichtbare Pünktchen nicht selten in übrigens klarem Trinkwasser. — Die etwas größern, übrigens sehr ähnlichen Einaugen besitzen nur ein einziges zusammengesetztes Auge, welches als das Hauptstück ihres Kopfes erscheint. — Die ebenfalls einäugigen Cyklopen (Fig. 783), die größten Geschöpfe unter den Büschelfüßlern, sind nur am Vorderleibe mit einem Panzerchen umhüllt, am Hinterleibe vollkommen gegliedert und haben vier, den Beinen sehr ähnliche Fühlhörner, von denen das vordere Paar sehr lang ist. Dieselben erleiden unter mehrfachen Häutungen eine bedeutende Verwandlung (Fig. 784), indem sie anfangs fast fußlos und ungegliedert sind und erst später sämmtliche Beine und Fühler und die

Glieder des Hinterleibes sich entwickeln. Die Weibchen der Cyklopen tragen am Anfange des Hinterleibes jederseits einen frei heraushangenden Eiersack (Fig. 785)

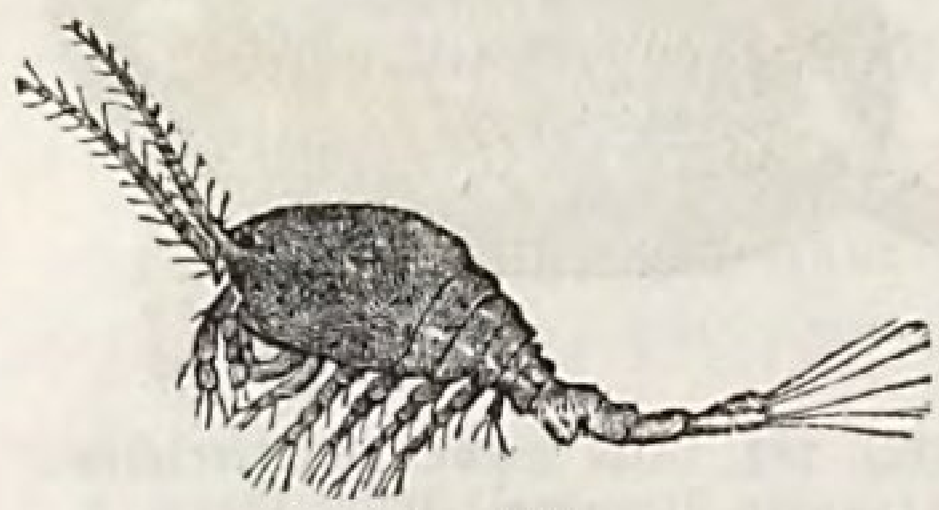


Fig. 783.
Der Cyclop (Cyclops quadricornis) 20fach vergrößert.

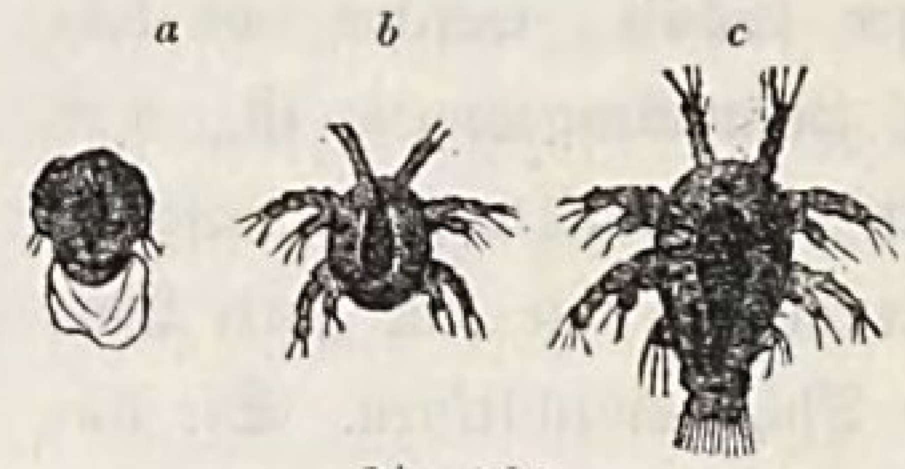


Fig. 784.
Die Metamorphose des Cyclopen. *
* *a* erster Jugendzustand; *b* zweite Stufe; *c* dritte Stufe.

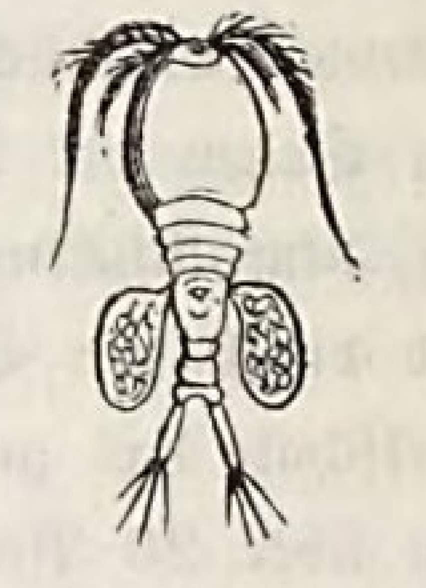


Fig. 785. Das Weibchen des Cyclopen mit seinen Eiersäcken.

Neunte Ordnung.

Die Saugkrebse. Siphonostoma.

Die Saugkrebse, welche in den meisten Theilen ihrer Organisation den Büschelfüßlern sehr nahe verwandt sind, zeichnen sich durch die eigenthümliche Bildung ihres mit Kiefern versehenen Mundes aus, indem dieser als ein rüssel- oder schnabelförmiges Saugwerkzeug ziemlich lang hervorragt. In ihrem Jugendzustande (Fig. 786) gleichen sie fast ganz den jungen Larven der Cyklopen, und wie diese bestehen sie mehre Häutungen und bekommen dabei zahlreichere Beine. Ihres Aufenthaltes und ihrer Lebensweise wegen werden diese Thiere gemeiniglich Fischläuse (Parasita) genannt. Es gibt unter ihnen solche, welche sich mit den Saugplättchen oder Klauen, mit welchen ihre Füße endigen, beliebig an Fische und andere Wasserthiere festsetzen, um sich vom Blute derselben zu nähren. Andere dagegen, welche durch mehrmalige Häutungen allmählig Fühler, Beine, Augen und fast jede Spur einer Gliederung verlieren, die Lernäen, sind nur in ihrer Jugend im Stande, ihren Aufenthalt nach Belieben zu wählen; denn später haften sie, mit den Mundwerkzeugen gleichsam eingewachsen, an dem Fische völlig fest, an welchem sie ihre letzte Verwandlung erlitten haben. Sie sind dann nicht mehr andern Krebsthieren ähnlich, da ihr Leib darm- oder wurmförmig geworden ist (Fig. 787) und nur einige ebenfalls wurmähnliche Anhängsel trägt, die theils als Fühlhörner betrachtet werden können, theils aber Eiersäcke sind. Es gibt auch Gattungen, bei welchen nur die Weibchen einen so seltsamen Grad der Veränderung erleiden und deren Männchen, welche sehr klein sind und etwas mehr den Larven- oder Jugendzuständen ähnlich bleiben, gewöhnlich mehre mit einander wie Ungeziefer an einem Weibchen wohnen.



Fig. 787. Eine ausgewachsene, durch die schmarotzende Lebensweise mißgebildete Lernäe (Tracheliastes polycolpus) mit ihren Eiersäcken.



Fig. 786. Jugendzustände eines Saugkrebses (Tracheliastes polycolpus) aus der Familie der Lernäen.

Alle Thiere dieser Ordnung bereiten den Fischen der süßen und salzigen Gewässer, aber auch andern Krebsen und sonstigen Wasserthieren, die größten Plagen.

Zehnte Ordnung.

Die Rankenfüßler. Cirrhipedia.

Auch die Rankenfüßler sind in ihrem Entwicklungsgange einer vollständigen Verwandlung unterworfen, indem dieselben in der ersten Periode ihres Lebens den unentwickelten, darauf in ihrem Jugendzustande fast ganz den entwickeltern Larven der Cyklopen gleichen, später aber gleichsam die Rückschritte einer Altersstumpfheit machend, eine solche Bildung annehmen, daß man sie lange für Muschelthiere (Fig. 788) halten konnte. Sie haben dann einen birnförmigen, am vordern Ende gekrümmten Körper, welcher mit dem Hinterende an Steine oder andere feste Gegenstände, sehr häufig auch an Schiffe und selbst an große und kleine Meerthiere festgewachsen ist. Das Auge und die Fühler sind bei der Verwandlung verschwunden, doch ist der Mund noch von unbedeutenden Kiefern umgeben, und die sechs, mit Flossenfüßen versehenen Beinpaare erscheinen nunmehr als fleischige Zapfen, deren jeder zwei lange, mit Borsten bewimperte, rankenartige Anhängsel trägt. Die Lepaden (Fig. 789), auch wohl Entenmuscheln genannt, haben einen langen, darmförmigen, lederhäutigen Hinterleib, während der Vorderleib, an welchem die Unterscheidung eines Kopfes unmöglich ist, von zwei großen und zwei kleinern, platten seitlichen Schalen und einem schmalen auf dem Rücken liegenden Stückchen bedeckt und ganz umhüllt ist. An der Bauchseite spielen die Rankenfüße fortwährend zwischen den Schalen hervor. Die Schalen sind ganz kalkig, wie echte Muschelschalen. Die ganz ähnlichen sogenannten Fußklauen (Polliceps) haben außer den fünf Hauptschalenstücken der Lepaden noch eine große Zahl kleiner ähnlicher Plättchen hinter denselben am Stiele.

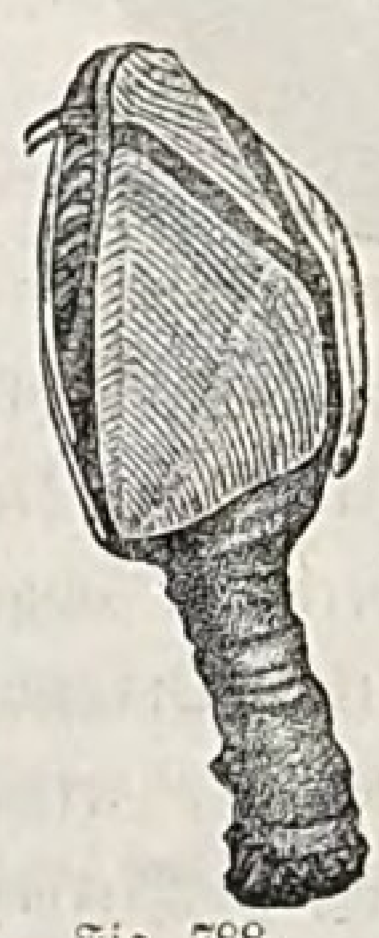


Fig. 788. Die Lepas oder sogen. Entenmuschel (Anatifa lævis).



Fig. 790. Die kleine Meereichel (Balanus miser).

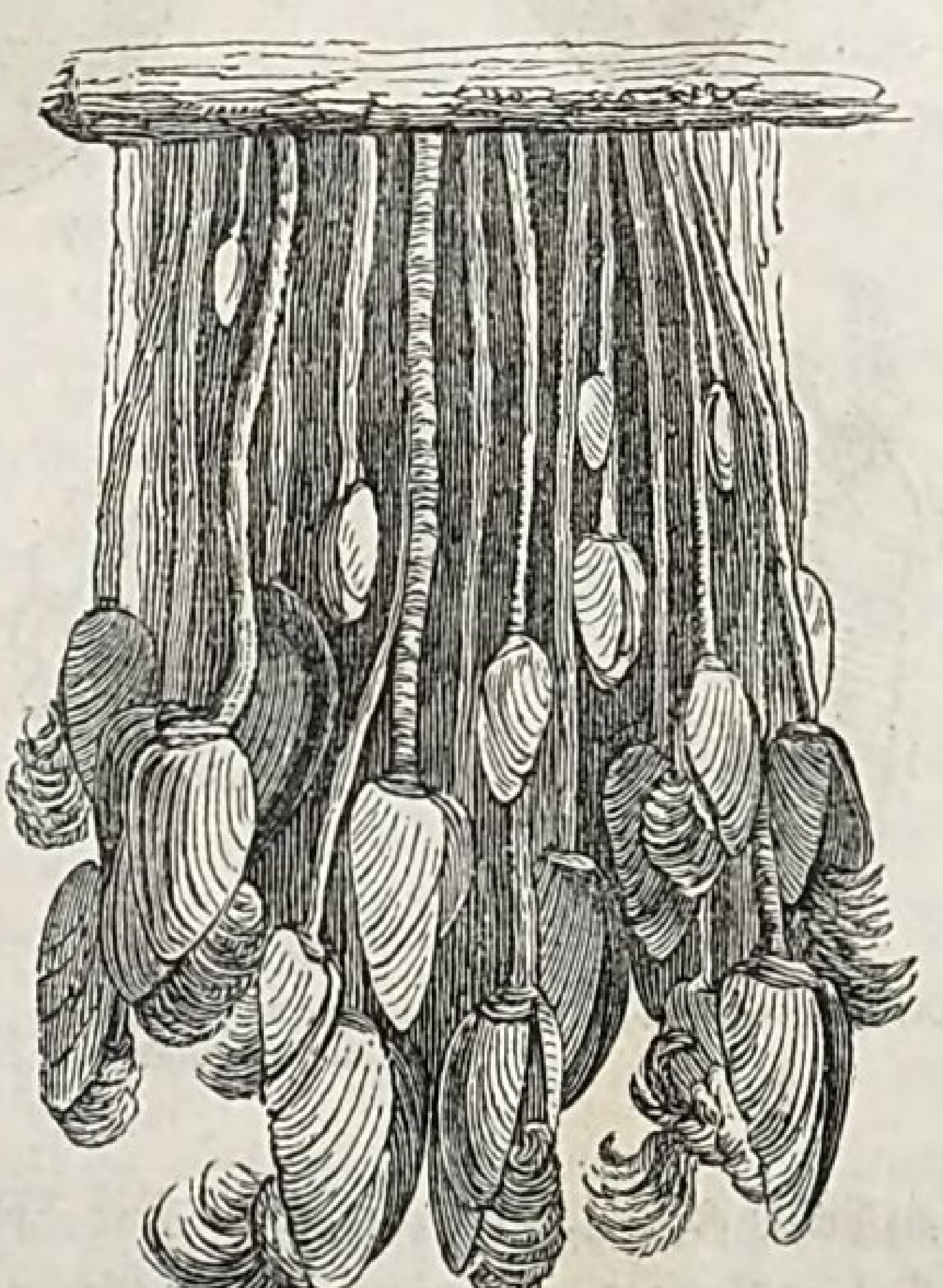


Fig. 789. Eine Gruppe von Lepaden (Lepas s. Anatifa lævis) am Boden eines Schiffes hangend, mit ausgestreckten Rankenfüßen.

Die Balanen (Fig. 790), welche man gewöhnlich Seetulpen oder Meereicheln nennt, sitzen nach Ueberstehung ihrer Verwandlung als ganz kurze und dickstielige Thiere mit einer breiten Sohle fest. Bei ihnen ist dieser Stiel mit großen Kalkstücken belegt. Sechs dreieckige dicke Schalen sind ganz zu einem festen Gehäuse zusammengewachsen, vier kleinere, bewegliche Stücke, welche den Schalenstücken der Lepaden entsprechen, verschließen die obere Oeffnung desselben und gestatten den Rankenfüßen den freien Ausgang. Es ist begreiflich, daß diese Thiere nicht im Stande sind, ihrer Nahrung nachzugehen; sie verschaffen sich dieselbe durch die, zugleich der Athmung dienende, Bewegung ihrer Füße, und setzen sich auch

anderweitig möglichst den Strömungen des Meerwassers aus, indem sie theils, wie z. B. die sogenannten Walfischpocken, mit Schiffen oder großen Seethieren, an denen sie sich angeheftet haben, umhergeführt werden, besonders aber auch an Felsenufern in denjenigen Höhen ankleben, in welchen das Meer durch die Winde und durch die Ebbe und Fluth in steter Bewegung zu sein pflegt.

Merkwürdig ist der Umstand, daß die Rankenfüßler keine Geschlechtsverschiedenheit zeigen, sondern allemal Zwitter, d. h. zugleich Männchen und Weibchen sind.

Die Krebsthiere der früheren Schöpfungsperiode.

Zur Klasse der Krebse müssen wir die zahlreichen und mannigfaltigen Geschöpfe rechnen, welche man Trilobiten (Fig. 791 bis 795) nennt, und welche uns einzig und allein durch die Abdrücke und Schalenreste bekannt sind, an denen in manchen Gegenden die silurischen Gesteinschichten der Uebergangsformation außerordentlich reich zu sein pflegen. Diese Geschöpfe können wir zu keiner derjenigen Ordnungen stellen, in welche wir die gegenwärtig lebenden Krebsthiere eintheilen, indem dieselben in ihrer Organisation Verhältnisse darbieten, welche in der jetzigen Schöpfung


Fig. 791. Asaphus caudatus.

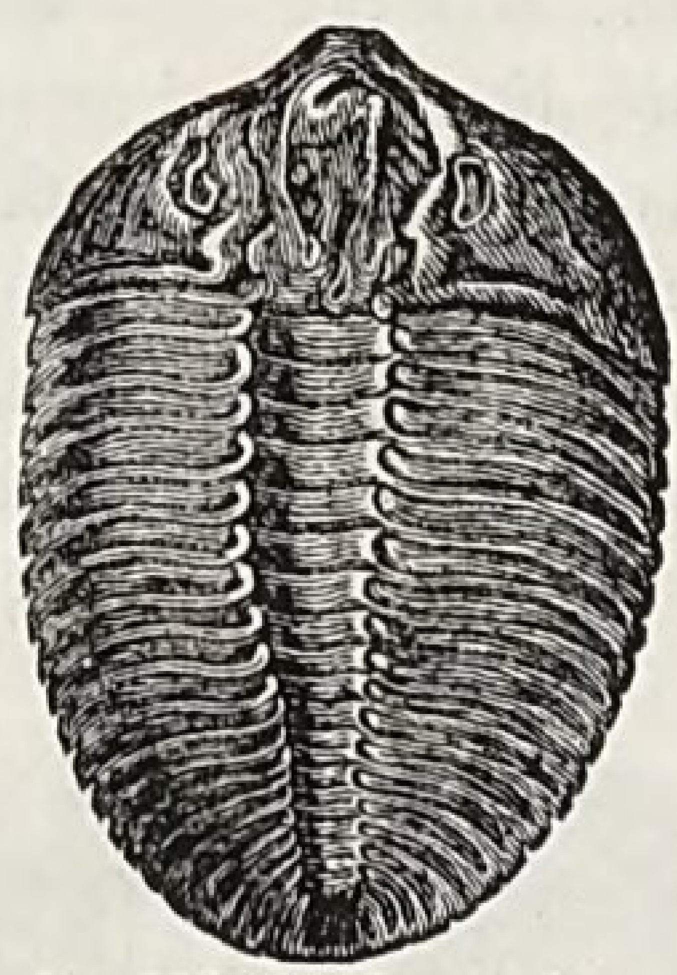

Fig 792. Asaphus Buchii.


Fig. 793. Calymene Blumenbachii.


Fig. 794. Asaphus expansus.


Fig. 795. Asaphus expansus zusammengekugelt.

nicht nur bei keinem einzelnen Thiere, sondern selbst bei keiner einzelnen Thierordnung vereinigt angetroffen werden. Dagegen ist keine Ordnung der jetzt lebend bekannten Krebse, welche nicht in einem oder dem andern Merkmale mit den Trilobiten übereinstimmte. Aus diesem Grunde und in Erwägung des gewichtigen Umstandes, daß erst nach dem Aussterben der Trilobiten unsern gegenwärtigen Krebsthieren näher verwandte und in die verschiedenen Ordnungen derselben zu stellende Geschöpfe erschienen sind, deren Ueberreste in allen sekundären und tertiären Gebirgsformationen nicht fehlen, dürfen wir die Trilobiten gleichsam als die gemeinsame Stammordnung der ganzen Klasse der Krebse betrachten. Ja auch die Insekten scheinen mit ihnen in einem gewissen Zusammenhange zu stehen, indem die Trilobiten selbst mit jenen gewisse Uebereinstimmungen zeigen, welche in allen spätern Perioden der Erde nur dieser vollkommensten Klasse der Gliederthiere eigenthümlich

waren. — An den versteinerten Ueberresten der Trilobiten sind folgende Hauptpunkte der Organisation dieser Thiere unmittelbar zu beobachten.

Die Trilobiten hatten einen großen halbmondförmigen Kopfschild, einen vollkommen gegliederten Vorderleib und einen unvollkommen gegliederten, mitunter gänzlich unter einem gemeinsamen Schilde liegenden Hinterleib. Der Körper war in der Mittellinie hochgewölbt, zu beiden Seiten aber von flachen Ausbreitungen des Kopfschildes und der Panzerschienen der gegliederten Körpertheile überragt. Die beiden Ausbreitungen des Kopfschildes, die sogenannten Wangenschilder, waren mit dem mittlern gewölbten Kopfbuckel durch dünnhäutige biegsame Nahtlinien, wie solche an der Chitinbekleidung der Käfer beobachtet werden, verbunden. Die stets ungestielten, hervorragenden Augen, zwei an der Zahl, standen genau in diesen Nahtlinien zu beiden Seiten des Kopfbuckels; dieselben waren zusammengesetzte Augenballen mit glatter Hornhaut überzogen, welche aber mitunter in den Gesteinen abgesprungen ist, so daß man (wie bei Fig. 791) die Facetten der einzelnen Aeugelchen oft sehr deutlich zu erkennen vermag. Jeder Augenballen bildet eine halbmondförmige Masse — vielleicht standen in dem Ausschnitte, ähnlich wie bei vielen Käfern, Fühlhörner, von denen man jedoch nie mehr eine Spur findet. — Die Hautkruste war bei manchen Gattungen, und zwar bei denjenigen, welche mit den größten Augen versehen sind, wie ein Krebspanzer dick und körnelig, und bei denselben Gattungen waren die Seitenausbreitungen der Panzerschienen so eingerichtet, daß die Thiere sich nach Art gewisser Asseln völlig zusammenkugeln konnten (Fig. 798). Von der Unterseite der Trilobiten ist, mit Ausnahme des vordern Kopfrandes bis zum Munde nie eine Spur erhalten. Eben hierin liegt aber der Beweis, daß dieselbe völlig weichhäutig gewesen sein muß, und daß sie keine gegliederte Gangbeine, sondern nur blattartige, ohne Zweifel zum Athmen dienende, Hautanhängsel gehabt haben wird, wie bei den Blattfüßlern. Die Trilobiten hatten auf ihrer Unterseite entweder gar keine Fühlhörner, wie die Stachelfüßler, oder doch nur sehr kurze; denn nie entdeckt man von solchen eine Spur. Uebrigens besaßen sie jedenfalls an der Unterseite des Kopfes ein Paar Kiefern und viele noch ein oder zwei Paare von Hülfskiefern, denn der Kopfbuckel ihrer Oberseite zeigt meistens mehre deutliche Querwülste, und wir sehen bei den jetzt lebenden Krebsthieren, bei welchen ähnliche Anschwellungen sich finden, daß jede solche hervorgebracht werde durch die Muskelansammlungen, deren Zweck die Bewegung eines Paares von Fühlern, Kiefern oder beinartigen Mundwerkzeugen ist.

Daß die Trilobiten während ihres Wachsthumes mehrfachen Häutungen unterworfen waren, können wir aus der ungleichen Beschaffenheit schließen, welche die Haut, der an Größe sehr verschiedenen Exemplare einer Art zu zeigen pflegt. Aber auch eine Verwandlung haben diese Geschöpfe zu bestehen gehabt, ähnlich derjenigen, welche wir bei den Blattfüßlern kennen gelernt haben. Man findet nämlich oft in großer Häufigkeit, und bisweilen mit einzelnen ausgebildeten Trilobiten vermengt, kleine vollkommen trilobitenähnliche Geschöpfe (Battus) von Senfkorns- oder Erbsengröße, welche anstatt der zwei zusammengesetzten Augen nur ein einziges und einfaches Auge besitzen und dabei eine so unvollkommene Gliederung des Leibes zeigen, daß sie fast nur aus Kopfschild und Schwanzschild zu bestehen scheinen. Es ist wahrscheinlich, daß die Trilobiten in ihrer Lebensweise viele Uebereinstimmung mit

den Blattfüßlern besaßen, und in den wichtigsten Verhältnissen ihrer Organisation stimmen sie auch mit denjenigen Ordnungen der Krebse überein, welche der genannten Abtheilung zunächst verwandt sind.

Für die Bestimmung der silurischen Gebirgsschichten der Uebergangsformation sind die Trilobiten eins der ausgezeichnetsten Erkennungsmerkmale. In den untersten Abtheilungen jener Schichtenreihe beginnen dieselben in geringer Menge, in den mittlern erreichen sie, freilich minder durch große Zahl der Arten, als vielmehr durch ungeheure Häufigkeit, ihre höchste Blüthe, und in den obern nehmen sie allmählig wieder ab, wobei jedoch erst die seltsamsten Formen der verschiedenen Gattungen erscheinen.

In den jüngern devonischen Schichten des Uebergangsgebirges, sowie in der Steinkohlenformation, findet man auch schon Spuren, theils von dünnhäutigen, gegliederten und wahrscheinlich den Trilobiten nahe verwandten Geschöpfen (Eurypterus), theils von solchen Krebsthieren, weche in bohnenförmigen zweiklappigen Panzerschalen steckten (Cytherina), wie die Limnadien und die Cypris-Muschelkrebse. Den letztern sehr ähnliche Schalen erfüllen manche Schichten der sekundären Formationen. Es gehören hieher die im bunten Sandsteine und Keuper in Lagen von Thonmergelschiefer hie und da in zahlloser Menge vorkommenden äußerst zarten und kaum über eine Linie großen Ueberreste (Fig. 796), welche man oft für Muscheln gehalten und mit dem Namen Posidonia oder Posidonomya minuta belegt hat. Die Ablagerungen der Wäldengebirgsschichten der Oolithformation wimmeln ebenfalls von kleinen Cyprisschalen, welche sich nicht minder in allen neuern Formationen in Menge finden. Die Unterscheidung dieser ohne Zweifel ausgestorbenen Arten, sowohl von einander, als von den jetzt lebenden Arten, ist kaum mit genügender Sicherheit ausführbar.



Fig. 796. Posidonomya minuta sive Keuperi aus dem bunten Sandsteine und Keuper.

Schon in den Muschelkalklagern der Triasformation erscheinen die ersten eigentlichen oder zehnfüßigen Krebse, und zwar Arten, welche mit den Langschwänzen, zumal den Langusten, zunächst verwandt sind. Diese Abtheilung der Krebse, welche in der jetzigen Schöpfungsperiode keineswegs sehr zahlreich vertreten ist, erreicht ihre höchste Blüthe schon in der Oolith- und Kreideformation, und hat sich seitdem vermindert. Von den Kurzschwänzen dagegen, welche lebend in so großer Mannigfaltigkeit und Häufigkeiten gefunden werden, hat man erst in der Kreideformation die ältesten Spuren entdeckt und in den Tertiärformationen nehmen sie mehr und mehr zu, so daß sie in der Pliocenperiode schon fast eben so zahlreich gewesen zu sein scheinen, als sie es gegenwärtig sind.

In den Juraschichten der Oolithformation stellen sich auch die ersten Heuschreckenkrebse oder Maulfüßler ein und erreichen gegen das Ende jener Periode schon ihre bedeutendste Entwicklung. Die wenigen hieher gehörigen Thiere, welche man jetzt lebend antrifft, sind nur die letzten Stammhalter dieser, wie es scheint im Erlöschen begriffenen Ordnung.

Die Oolithformation hat uns die ersten Ueberreste noch zweier anderer Ordnungen von Krebsthieren aufbewahrt, nämlich von Stachelfüßlern, welche seitdem immer eine sehr wenig zahlreiche Abtheilung gebildet zu haben scheinen, und von Rankenfüßlern. Zu letztern gehören die sogenannten Aptychusklappen, welche

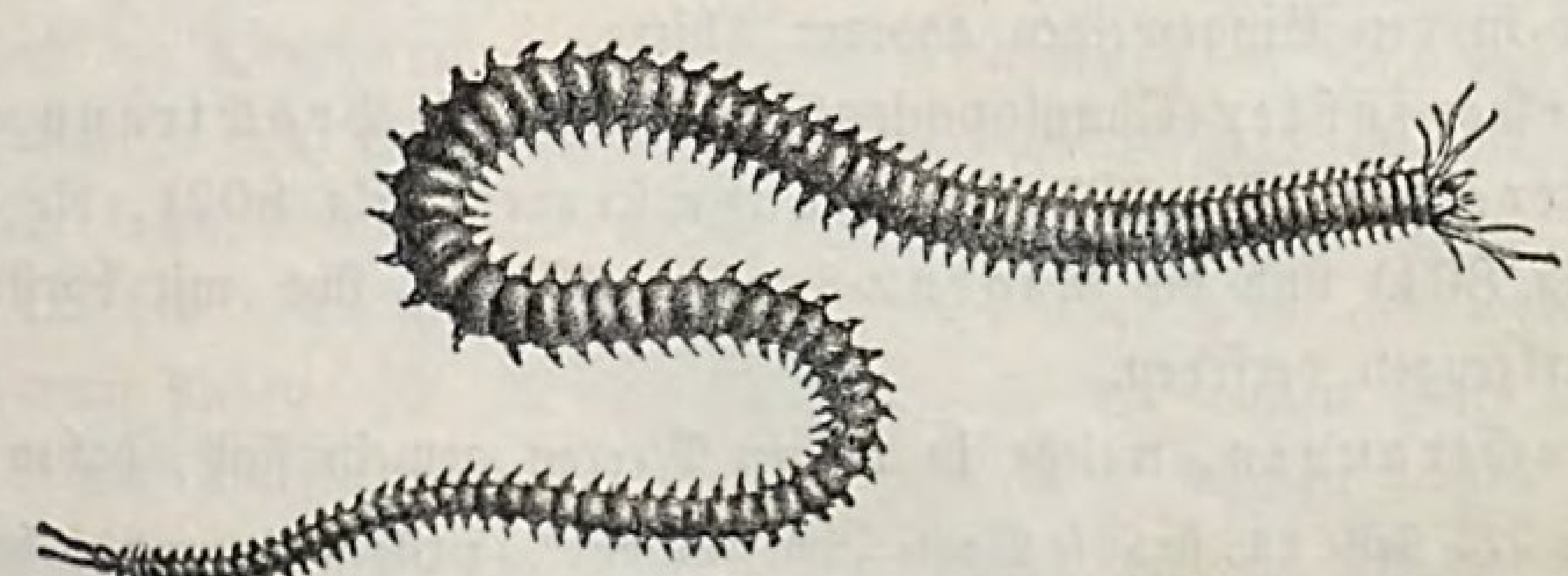
in der Form einige Aehnlichkeit mit den beiden großen Schalenstücken der Lepaden, dagegen eine körnelige Oberfläche, wie die vom Panzer des gemeinen Flußkrebses, zeigen. Die gänzlich unbekannten Thiere, von welchen diese Klappen herrühren, verbargen vermuthlich, nach Art der Einsiedlerkrebse, den weichen Theil ihres Leibes in den leeren Gehäusen der schneckenartigen Ammoniten (Ammonshörner), in deren Mündung man solche vorzugsweise zu finden pflegt. Die Fußklauen (Polliceps), traten in der Oolithperiode nur mit einer einzigen Art auf, waren am zahlreichsten, freilich nie sehr häufig, während der Bildung der Kreide und haben während der Tertiärzeit allmählig wieder so abgenommen, daß nur noch eine gegenwärtig lebende Gattung vorhanden ist, und uns Aufklärung über die Natur der immer vereinzelten Schalenstückchen zu geben vermag, welche, von den ausgestorbenen Verwandten herrührend, in manchen Schichten so zahlreich angetroffen werden. Auch die Balanen beginnen bereits in der Oolithformation. Diese aber haben fortwährend durch die Kreide- und Tertiärperiode, bis in den gegenwärtigen Zeitraum, an Mannigfaltigkeit und Menge zugenommen.

Blattfüßler, den jetzt existirenden zugehörig, und Saugkrebse kennt man nur in der lebenden Schöpfung.

So mangelhaft und unvollständig immerhin unsere Kenntniß von der Entwicklung der Klasse der krebsartigen Thiere im Verlaufe der verschiedenen Perioden der Erde bislang noch sein mag, so nimmt man doch schon bei dem heutigen Stande derselben mit Leichtigkeit die zunehmende Mannigfaltigkeit wahr, welche mit einer immer vielfacheren Sonderung der in den frühesten Vorbildern der ganzen Klasse vereinigten Merkmale verbunden ist. Ebenso leicht erkennt man aber auch die Uebereinstimmung in der zeitlichen Aufeinanderfolge gewisser Ordnungen und Unterabtheilungen mit der Stufenfolge der Entwicklung, welche die am höchsten organisirten und zuletzt erschienenen Gruppen, während ihres Lebensganges zu durchlaufen haben.

IV. Klasse. Die Würmer.

Würmer werden zwar im gewöhnlichen Leben sehr viele Geschöpfe genannt, welche wir als Larven, d. h. als unvollkommen ausgebildete und in der Entwicklung begriffene Insekten kennen gelernt haben; allein in der Wissenschaft bezeichnet man mit obigem Namen nur diejenigen Thiere, welche, wie die Nereiden (Fig. 797), Blutegel, Regenwürmer, Bandwürmer u. s. w., während ihres ganzen Lebens die wurmförmige Gestalt beibehalten und sich schon dadurch äußerlich



ig. 797. Die graue Nereide (Nereis lobulata).

erheblich von den Insektenlarven unterscheiden, daß sie nie gegliederte, sondern nur borstenförmige Beine besitzen, großentheils auch selbst solche stets entbehren, und nie durch Tracheen athmen. Uebrigens sind sie gewöhnlich mit weicher Haut bedeckt, welche durch ringförmige Runzeln oder durch Absätze in mehr oder weniger deutliche Ringelglieder eingetheilt erscheint, weßhalb man die Würmer auch zu den Gliederthieren zu rechnen pflegt. Doch unterscheiden sie sich von den bisher betrachteten Klassen derselben, von den Insekten, Spinnen und Krebsen, sehr wesentlich durch die Art ihrer Entwicklung im Ei. * Sie schließen sich in dieser Beziehung vielmehr an die Mehrzahl der Weichthiere und Strahlthiere, indem sich bei ihnen nicht ein besonderer Embryo auf Kosten des Dotters entwickelt, sondern vielmehr der ganze Dotter selbst sich in einen Embryo verwandelt. Letzteres geschieht indem in der körneligen Masse desselben eine Bildung von Zellbläschen vor sich geht, die sich des ganzen Dotters bemächtigt, oder aber indem die Dottermasse sich zuerst in zwei, dann in vier, acht u. s. f. Zellen durch Entstehung von Zwischenwänden theilt, wie es bei den Keimbläschen, der höheren Thierklassen, z. B. der Fische (Seite 345) geschieht. Sobald die Zellenbildung sich in dem ganzen Dotter vollendet hat, bildet sich der Embryo, indem eine quere Gliederung der ganzen Zellenmasse deutlich wird und unmittelbar zur Darstellung eines Thierchens fortschreitet, welches, ohne weitere Verwandlungen, dem Mutterthiere schon sehr ähnlich ist.

Stehen zwar die Würmer im Allgemeinen mit den Larven der Insekten auf ziemlich gleicher Stufe, und sind sie gleich deßhalb, als niedrigere, unvollkommener, als die ausgebildeten Insekten, organisirte Thiere zu betrachten, ja stehen sie einestheils durch die geringe Entwicklung ihrer Bewegungs-, Athmungs- und Sinneswerkzeuge selbst den Larven der Insekten nicht wenig nach, so ist doch diese Unvollkommenheit bei vielen derselben mit einer solchen Vollkommenheit der Organe des Kreislaufes verbunden, wie sie unter allen wirbellosen Thieren nicht ihres Gleichen findet.

Uebersicht der Würmer.

Erste Ordnung: Ringelwürmer. Annelides.
Zweite Ordnung: Eingeweidewürmer. Helminthes.

Erste Ordnung.

Die Ringelwürmer. Annelides.

Die Ringelwürmer haben einen meistens vielringeligen zusammenziehbaren und ausdehnbaren Leib und zeichnen sich durch ein ziemlich entwickeltes Gangliensystem, sowie durch die Vollkommenheit ihres Blutumlaufes aus. Uebrigens herrscht in ihrer Organisation eine große Mannigfaltigkeit. Alle leben im Wasser, in feuchter Erde oder in den Eingeweiden anderer Thiere.

Die Borstenfüßler (Chaetopodes), zu welchen die Prachtraupen (Aphrodite), die Nereiden (Fig. 797) die Sandwürmer (Fig. 802), die Röhrenwürmer (Fig. 804) und die Regenwürmer gehören, sind mit borstenförmigen Bewegungswerkzeugen versehen.

Die Prachtraupen, welche in unsern Meeren gemein sind, haben durch die

* Auf Seite 375 Zeile 23, sind die Worte „und Würmer" zu tilgen, indem dieselben nur durch ein Versehen dort eingeflossen sind. Vergleiche auch Seite 395, Zeile 21.

pfauenschweifartig gefärbten und goldglänzenden Haare, mit welchen sie auf dem ganzen Kärper bedeckt sind, ein außerordentlich schönes Aussehen, und einige Aehnlichkeit mit dicken, behaarten Raupen. Die Haare, theils einen feinen Filz bildend, theils als dickere, hie und da fast stachelartige, Borsten hervorragend, stehen büschelweise und verdecken die beiden Längsreihen breiter Hautschuppen, mit welchen die Glieder dieser Thiere auf dem Rücken besetzt sind, während die Bauchseite eine nackte Sohle bildet. Zu beiden Seiten der letztern stehen warzenartige Fleischzapfen, an jedem der vierzig Ringel ein Paar, welche an ihrem Ende Borstenbüschel und in der Mitte derselben einen steifern, ein wenig gegliederten Hornfaden tragen. Diese Organe sind die Beine der in Rede stehenden Würmer. Der kleine und nur wenig von den übrigen Gliedern des walzenförmigen Leibes verschiedene Kopf ist mit einigen ungegliederten zapfenartigen Fühlfäden versehen und trägt zwei einfache Punktaugen. Augen finden sich überhaupt bei vielen Ringelwürmern, z. B. auch bei den Nereiden oder Meerskolopendern, bei den Blutegeln und bei den Planarien oder Plattwürmern. Jedoch sind diese Augen stets nur sehr unvollkommen und wohl nur für einen allgemeinen Lichteindruck, nicht zu besondern Wahrnehmungen, geeignete Organe. Sie entbehren einer die Lichtstrahlen sammelnden Linse gänzlich und sind nur Bläschen mit flacher Außenseite, dagegen gewölbter Innenseite. Eine Spur von Gehörorganen findet man bei vielen der vollkommneren Würmer in kleinen Bläschen, welche steinige Verhärtungen enthalten und über dem Ganglienschlundknoten liegen. Ganz am Vorderende zwischen den Fühlfäden, haben die Prachtraupen einen rüsselartig vorstreckbaren Mund mit sehr unvollkommenen Kiefern. Die Thiere haben einen den ganzen Körper der Länge nach durchziehenden Darm, welcher jederseits mit vielen Blinddärmchen besetzt ist, deren Endigung allemal an einen der, die Stelle der Beine vertretenden, Fleischzapfen befestigt ist. Sie nähren sich von thierischen Stoffen auf dem schlammigen Grunde der Meeresküsten. Ihr Blut hat eine schwach röthliche Farbe und befindet sich in vollkommenen Adern eingeschlossen, welche jedoch mit keinem Herzen in Verbindung stehen. Ein Theil der Adern pulsirt aus eigenem Antriebe und vertritt somit die Stelle des Herzens. Man kann deutlich Arterien- und Venenadern unterscheiden. Die Athmung geschieht durch Kiemen, welche in Form kleiner fleischighautiger Kämme unter den Rückenschuppen hervorragen und daher schwer zu bemerken sind. Durch die ganze Länge des Körpers läuft eine doppelte Kette von Ganglien, deren Lage sich zu beiden Seiten befindet. Dieselben sind sehr gering, und ebenso ist auch die Anschwellung derselben am Schlunde nur unbedeutend. — Bei diesen Würmern unterscheidet man ebenso wenig, wie bei allen übrigen Thieren dieser Klasse, jemals zwei Geschlechter, sondern jedes einzelne Wesen ist zwitterhaft und pflanzt sich durch Eier fort. — Man hat in den paarigen Rückenschuppen der Prachtraupen eine gewisse Erinnerung an die Flügeldecken vieler Insekten gefunden. Da die Zahl derselben nur halb so groß ist, als die der Leibesringel, jede Schuppe aber eine Kieme bedeckt, so erscheint auch die Vergleichung der letztern mit den von Luftröhren durchzogenen Unterflügeln nicht ungereimt. Bei andern Würmern finden wir die Rückenschuppen in der vollen Zahl der Körperringel mit kurzen Borstenbüscheln, während eigentliche Kiemen fehlen (Sigalion); oder die Rückenschuppen fehlen und auf jedem Ringel liegt ein Kiemenpaar (Phyllo-

doce); wieder andere Gattungen besitzen, anstatt der Schuppen, auf der Rückenseite ebenfalls ein Borstenpaar an jedem Ringel, ganz wie an der Bauchseite (Fig. 798) und gar keine besondere Kiemen. Ganz allgemein werden diese Borstenbüschel, die Rückenschuppen und die Kiemen selbst als Bewegungswerkzeuge gebraucht. Wenn wir hienach dann alle unsere, bei den Insekten, Spinnen, Krebsen und Würmern gemachten, Beobachtungen über die verschiedenen Formen der Bewegungsorgane, Beine und Flügel, der innern und äußern Athmungsorgane, der Fühler und der Freßwerkzeuge ergänzen und vergleichend betrachten, so werden wir im Stande sein, in der Natur aller der genannten Organe eine innige Verwandtschaft und Gemeinsamkeit in der einfachsten Grundlage zu entdecken, durch deren Wahrnehmung uns die, durch so verschiedenartige Ausbildung derselben bei ganzen Thierklassen sowohl als bei einzelnen Arten erreichte, Mannigfaltigkeit nur um so mehr mit Staunen erfüllen und zum Nachdenken auffordern kann.

Die **Nereiden** sind nackthäutig, haben einen schnurförmig langgegliederten Körper, an jedem Gliede ein Paar, auf Fleischwarzen stehende, Borstenbüschel, blättchenartige oder nur fadenartige Kiemen daneben und am Kopfe ein Paar kleiner Fühlfäden unter und zwei Paare, von denen das größere getheilt ist, über dem, mit Kiefern versehenen Munde (Fig. 799). Das letzte Körperglied hat zwei fadenartige Anhängsel. Diese skolopenderartig aussehenden Würmer (Fig. 800) besitzen ganz rothes Blut. Ihre Haut zeigt meistens sehr schöne und glänzende Schillerfarbe, welche durch die eigenthümlich gekreuzte Lage der sehnigen Fasern hervorgebracht wird, aus denen ihre Haut zusammengewoben erscheint. Die ihnen ähnlichen **Kieferwürmer** (Eunice) haben drei Paare horniger Kiefern und ebenso viele Fühlfäden. An jedem Körperringe sitzt jederseits ein Borstenbüschel auf einer Fleischwarze mit einem kurzen untern und einem längern obern Fadenanhängsel (Cirrhus) und darüber Kiemen, welche in ihrer federhänlichen Form an die Fühlhörner gewisser Insekten erinnern (Fig. 801).

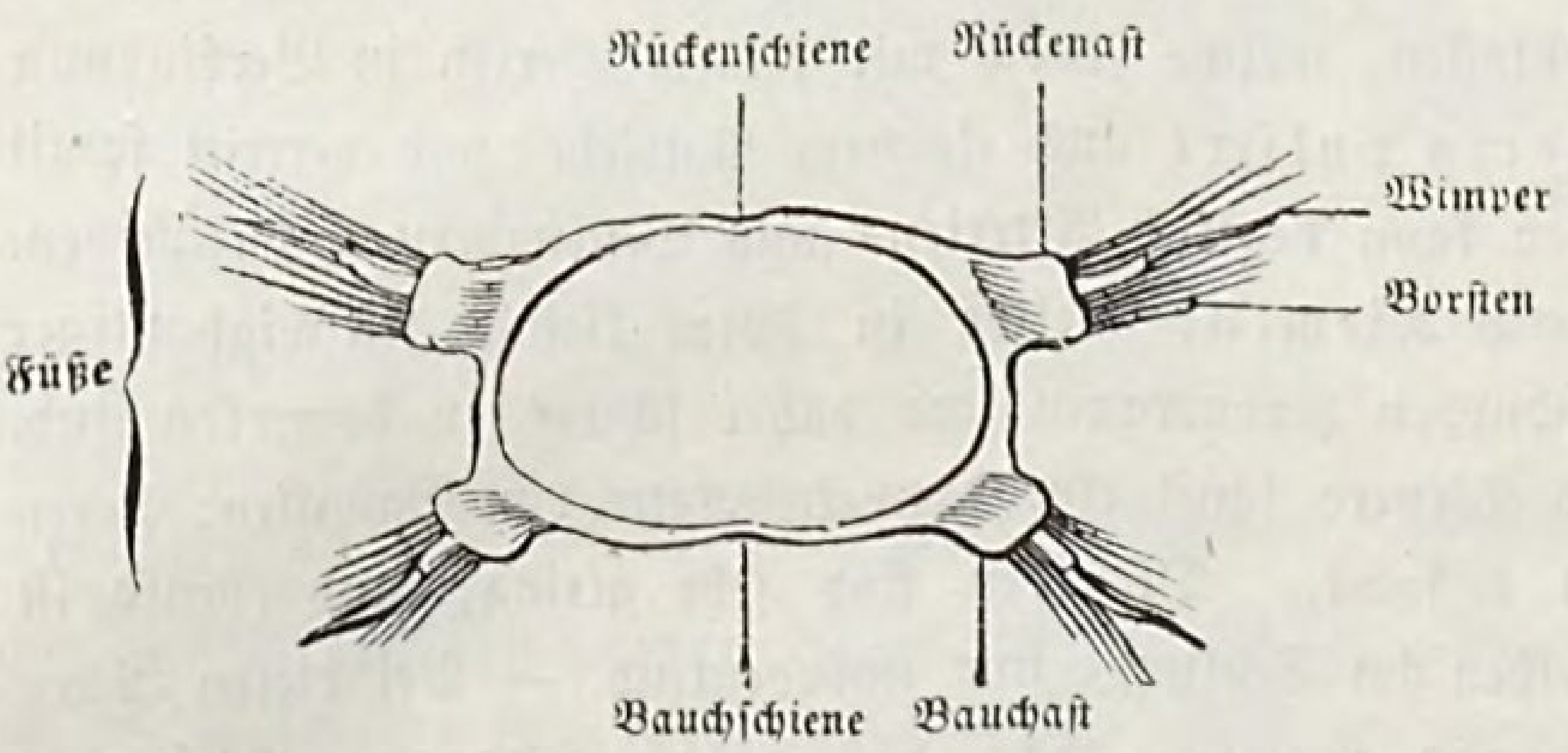


Fig. 798. Ein Ringelglied eines Kiemenwurmes (Amphinome capillata); vergrößert.

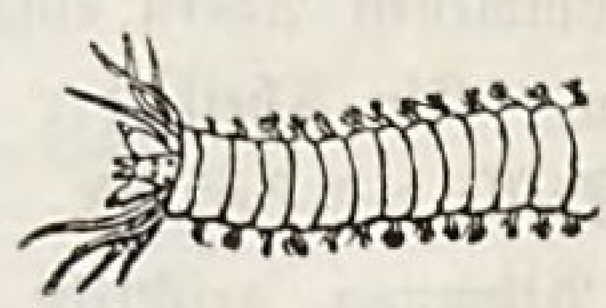


Fig. 799. Der Vordertheil einer Nereide, mit dem Kopfe, auf welchem vier Augenpunkte sichtbar sind.

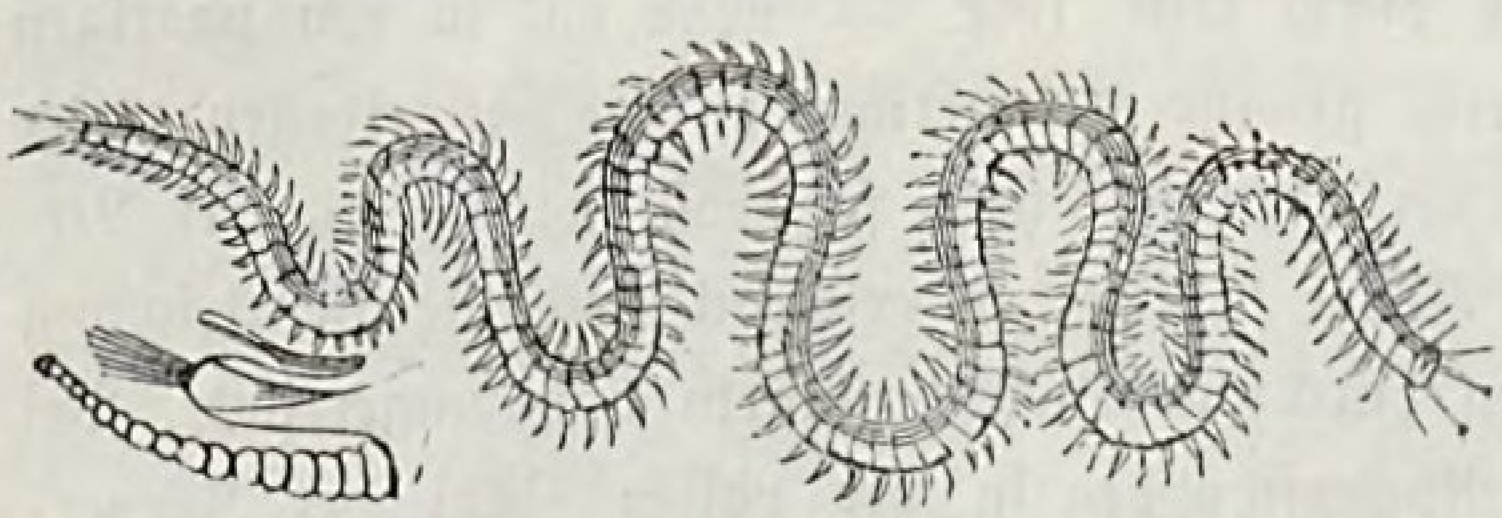


Fig. 800. Der Meerskolopender (Syllis monilaris); mit vergrößerter Darstellung eines Fußes und des als Kieme dienenden Borstenbündels.

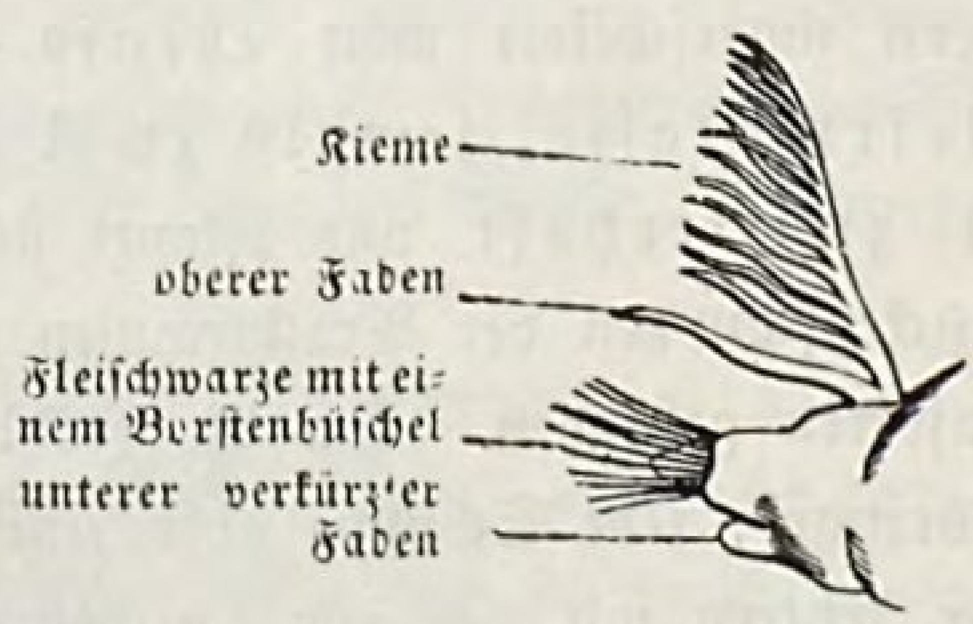
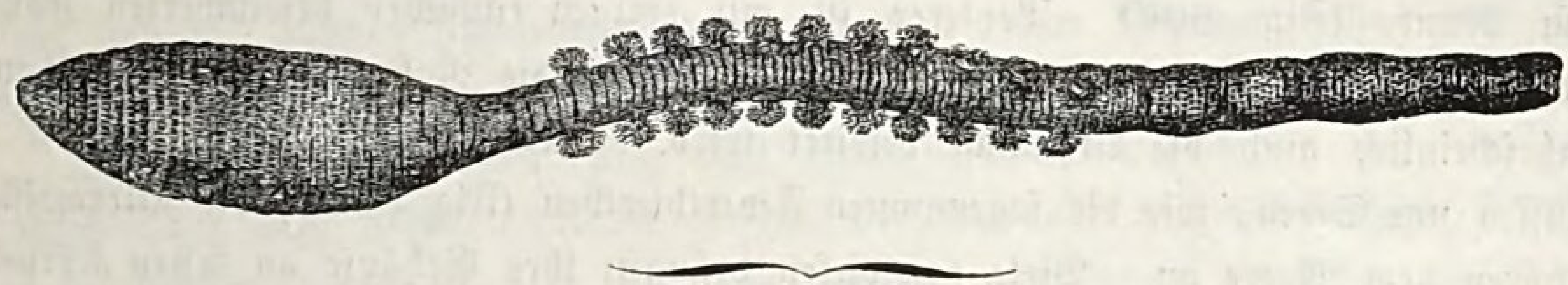


Fig. 801.

Der Fuß des Kieferwurmes (Eunice gigantea); in nat. Gr.

Die den Regenwürmern ähnlichen Sandwürmer (Fig. 802) sind nur an dem vordern Theile ihrer Leibesringel, und zwar auf der Rückenseite sowohl als auf der Bauchseite, mit sehr geringen Borstenbüschelchen versehen und nur am mittleren Theile tragen sie Kiemen, welche letztere, dreizehn Paare bildend, wie kleine Bäumchen hervorragen. Kiefern und Fühler fehlen ihrem, wie bei manchen verwandten Würmern, rüsselartig vorragenden Kopfe gänzlich (Fig. 803). Im Ufersande mancher Küstengegenden stecken solche Würmer in unzählbarer Menge.



Kiemenbäumchen.

Fig. 802. Der Sandwurm oder Pier (Arenicola piscatorum); 1/3 d. nat. Gr.

Die Röhrenwürmer, die durch die kalkige Schleimmasse, welche sie ausschwitzen, sich mit einer steinigen Kruste umgeben, in der sie wie in einer Röhre stecken (Fig. 804 und 805), tragen an allen Gliedern ein Paar Borsten auf der Bauchseite und ein Paar auf der Rückenseite. Nur um den Mund stehen Kiemen in Form von Federbüschen und in großer Zahl. Augen, Fühlfäden und Kiefer fehlen denselben, nur finden sich am Munde zwei ungleiche Fäden, deren einer, und zwar bald der rechte, bald der linke, in eine trichterförmige Ausbreitung endigt, welche, wenn das Thier sich in die Röhre zurückzieht, die Mündung ganz verschließt und auf welcher sich meistens auch ein deckelartiges Kalkplättchen aussondert. Die Röhrenwürmer erscheinen, wenn sie aus dem Ei hervorgegangen sind, anfänglich als infusorienähnliche Thierchen, welche sich mittelst eines Kranzes von Flimmerhärchen frei im Meere umherbewegen. Später bekommen sie deutliche Gliederung und es entwickeln sich Augen. In diesem Abschnitte ihres Lebens gleichen sie den vollkommensten Würmern. Erst nachdem die Thiere sich festgesetzt und Gehäuse ausgesondert haben, verkümmert ihre Organisation wieder theilweise. Die Gehäuse, Wurmröhren genannt, sitzen oft an Steinen, Muscheln und andern Gegenständen fest. Bisweilen bilden sie sehr bedeutende an- und aufeinandergewachsene röhrige Massen, deren Zunahme in Seehäfen lästig werden kann. Manche Arten kleben vermittelst ihres Kalkschleimes Sandkörner, aber auch kleine Schneckenhäuser u. dgl. m. auf sich fest und bilden aus diesen ihre Röhren.

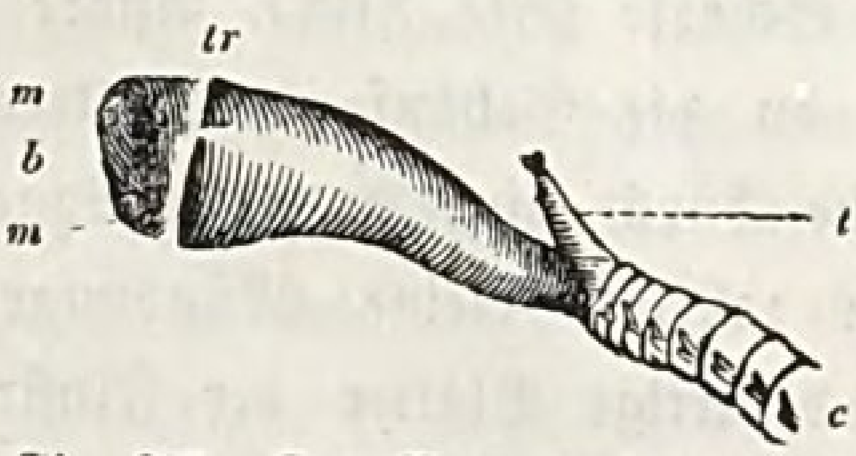


Fig. 803. Der Vordertheil des norwegischen Rüsselwurmes) Glyceris alba). *

* c Die vordern Leibesringel, t der hornförmig zugespitzte Kopf; tr der blasenähnliche aufgetriebene Rüssel; b Mund; m Lippen.

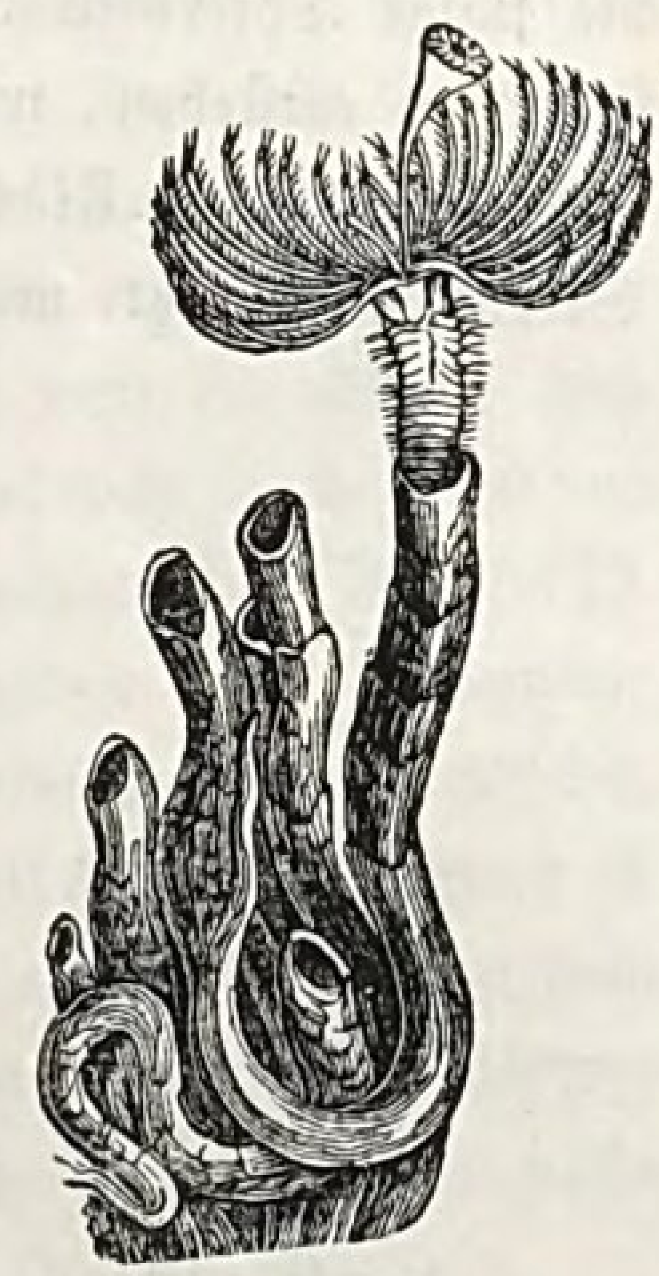


Fig. 804. Eine Gruppe von Wurmröhren (Serpula vulgaris); mit dem Thiere in einer derselben.



Fig. 805. Ein Thier vom gedrehten Röhrenwurme (Serpula contortuplicata) aus der Röhre herausgenommen.

Mit den Röhrenwürmern nahe verwandt sind die Moosthierchen (Bryozoa) sehr kurze Würmchen, welche diese Benennung erhalten haben, weil ihre äußerst winzigen Gehäuschen nicht selten zu moosähnlichen Formen an einander gewachsen sind. Die Hülle, welche diese nicht deutlich gegliederten Geschöpfchen aussondern, ist mehr hautartig, als kalkig, und muß in der That nicht als eine bloße Ausschwitzung, sondern als die eigene Haut derselben betrachtet werden. Da dieselbe ein am Hinterende völlig geschlossenes Säckchen bildet, so wendet sich das Ende des Darmes bei den kleinen Bewohnern derselben nach oben und öffnet sich neben dem Munde (Fig. 806). Letzterer ist mit einigen einfachen bewimperten Fangfäden umgeben, durch deren Strudelbewegung die Nahrung herbeigespült und wahrscheinlich auch die Athmung bewirkt wird. Wenige Moosthierchen leben in Flüssen und Seeen, wie die sogenannten Federthierchen (Fig. 807); die allermeisten gehören dem Meere an. Viele von diesen drängen ihre Gehäuse an festen Körpern dicht aneinander und überziehen die Fläche derselben mit einem feinen rinden- oder flechtenartig aussehenden Schorfe (Fig. 808). Andre verlassen die Fläche, indem sich die junge Thierchen nur an die Gehäuse der älteren kleben, so daß blätterartige Gruppen entstehen, welche durch eine doppelte Lage von Gehäuschen gebildet sind und nach beiden Flächen zahllose kleine Mündungen zeigen. In der Nähe der Seeküsten benutzt man derartige Blätter der Flustren (Flustra foliacea), welche

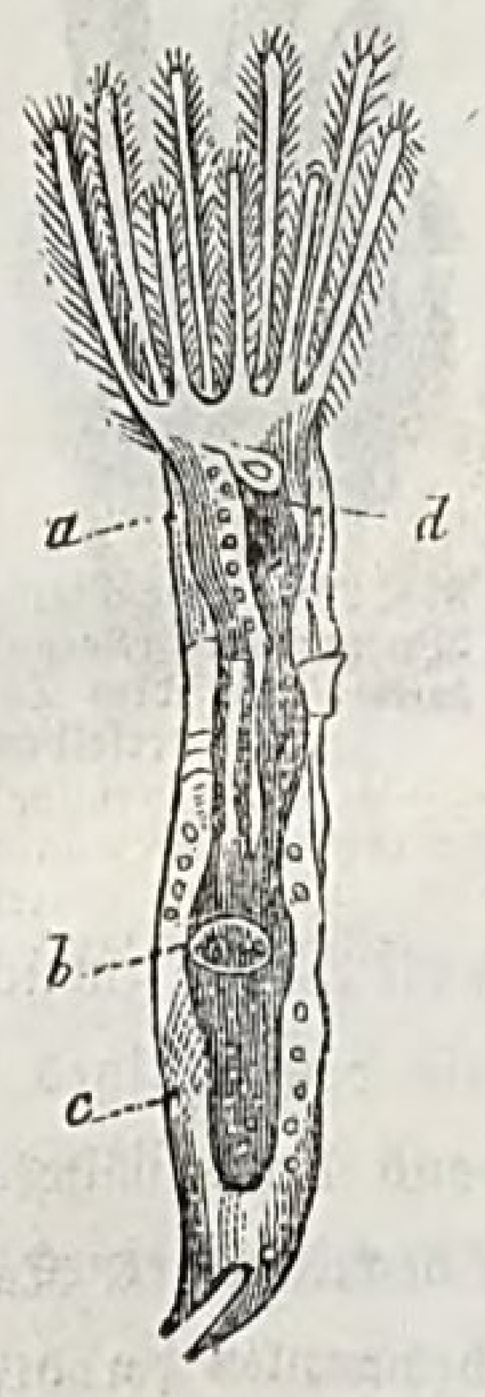


Fig. 806. Anatomie der Bowerbankia (Bowerbankia densa); 100fach vergrößert.

* a Speiseröhre; b Vormagen; c Magen; d After.

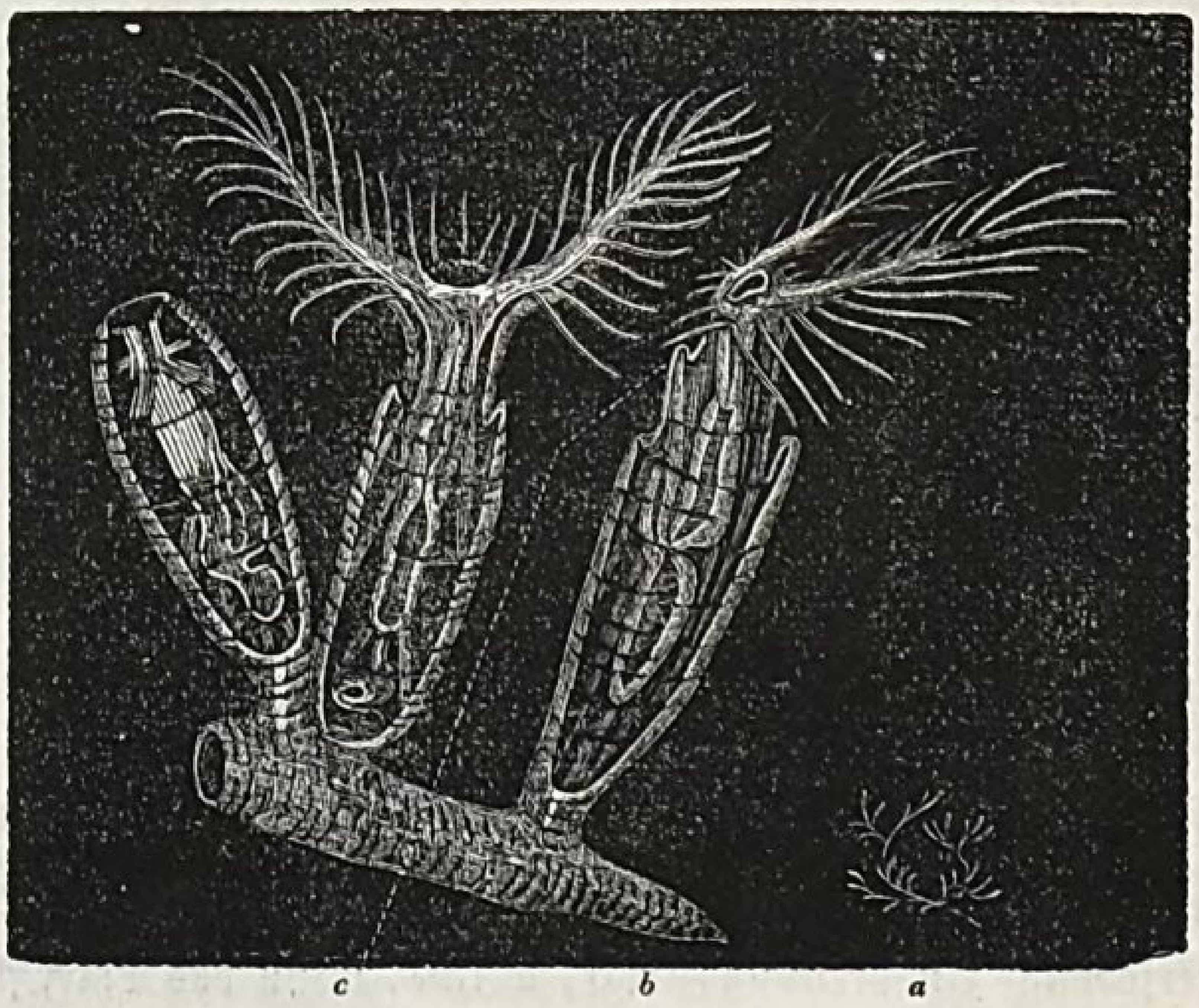


Fig. 807. Das glockenförmige Federthierchen (Plumatella campanulata). *

* a Eine Gruppe in nat Gr.; — b stark vergrößert; — c After.

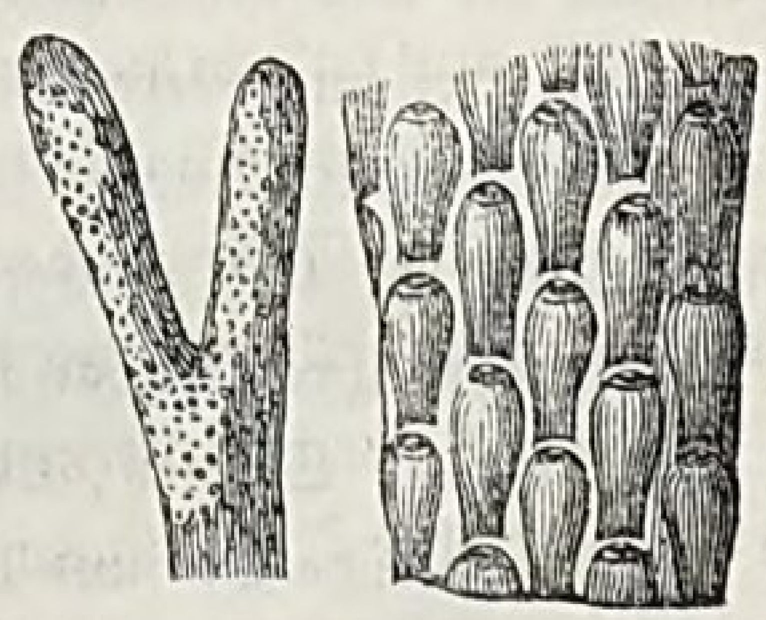


Fig. 808. Gehäusebau kleiner Thierchen. *

* a Gehäuse von Flustra carbasea; b einige Zellen derselben, vergrößert.

oft von den Meereswellen losgerissen und ausgeworfen werden, nachdem die Thierchen verwest sind, zur Verpackung zerbrechlicher Gegenstände. — Manche Gattungen verschließen ihre Zellen mit einer deckelartig beweglichen Hautfalte. — Die Moosthierchen, welche stets getrennten Geschlechtes sind und sich dadurch vor allen übrigen Würmern auszeichnen, haben eine höchst merkwürdige Art der Fortpflanzung. Die Eier derselben entwickeln sich oft nämlich ohne gelegt zu werden, und zwar in knospenartigen Anschwellungen der Haut, aus denen die jungen Thiere hervorbrechen, um sogleich an oder neben dem Gehäuse des Mutterthieres sitzen zu bleiben. Andre Eier werden gelegt und die Jungen schwimmen dann vermittelst zarter Flimmerhärchen eine Zeit lang frei herum, bevor sie sich irgendwo festsetzen.

Die Räderthierchen (Fig. 809) sind so kleine Geschöpfe, daß ein sehr scharfes Auge dazu gehört, um die größten derselben als umherschweifende Pünktchen im Wasser, worin sie stets leben, wahrnehmen zu können. Es sind gegliederte Thierchen, welchen ebenfalls eigentliche Beine fehlen, wenn man auch einige mit Wimperhaaren umsäumte Hautlappen, welche wie ein Kranz den Mund umgeben, für entsprechende Organe ansehen will. Dieselbe haben einen meistens dreigliedrigen Hinterleib, welcher, ähnlich wie der Legestachel der Insekten, sich nach Art eines Fernrohres aus- und einschieben kann und welcher mit einem zangenförmigen oder saugscheibenartigen Haftwerkzeuge endigt, so daß die Thiere sich mit Hülfe desselben beliebig festsetzen können. Die Wimperborsten (Fig. 810) an dem den Mund umgebenden Hautlappenkranze sind fast unaufhörlich in einer wirbelnden Bewegung und erscheinen dann fast wie ein einfaches oder doppeltes sich drehendes Rad (Fig. 811). Der Name der Räderthierchen ist durch diese Täuschung entstanden. Die Bewegung dient übrigens zur Herbeiströmung noch kleinerer Thierchen (Infusorien), von welchen sie sich nähren und welche der Wirbel gerade in ihren Mund führt. Letzterer ist mit zwei gezähnten Kiefern versehen, und führt in den einfach schlauchartigen Verdauungskanal, dessen entgegengesetztes Ende vor dem Anfange des Hinterleibes ausmündet (Fig. 812). Es ist außerordentlich, welch eine wunderbar voll-

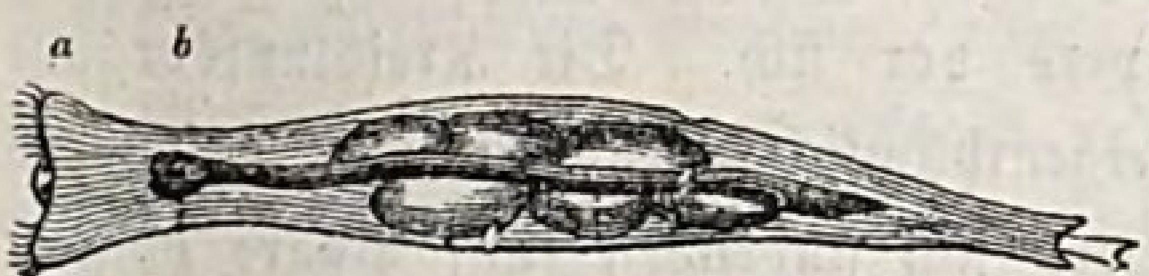


Fig. 809. Das gemeine Räderthierchen (Rotifer vulgaris); 200fach vergrößert. *

* a Kopf mit den Räderorganen; b Schlund c Eierstock; d Darm.



Fig. 810 Wimperorgane in schwingender Bewegung; — 600fach vergrößert.

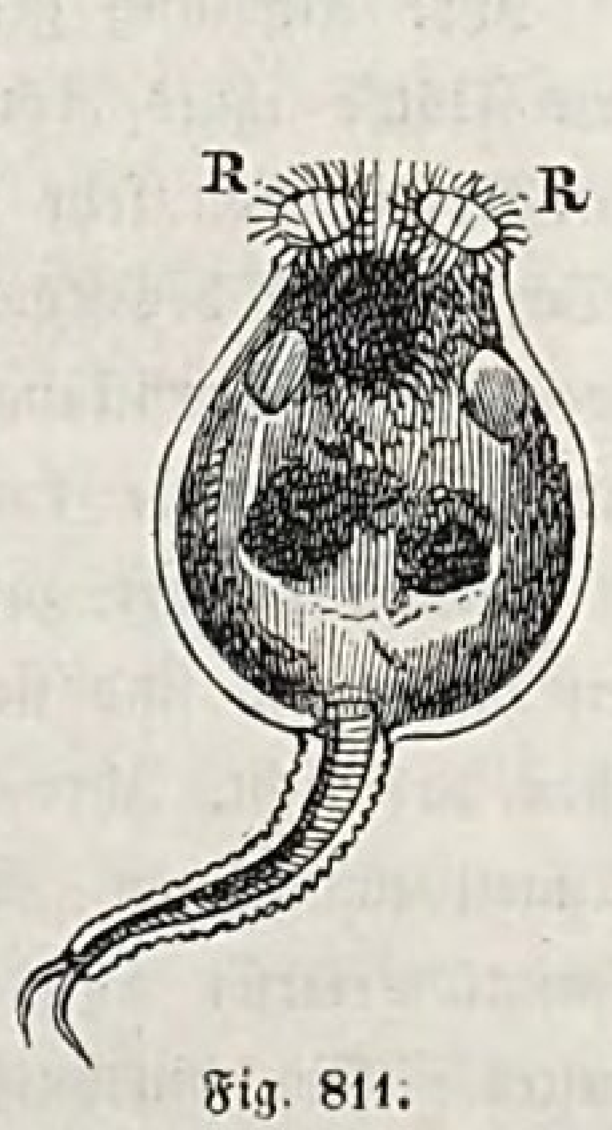


Fig. 811.

Das becherförmige Wappenthierchen (Brachionus urceolaris); 200fach vergrößert *

* RR Räderorgane.

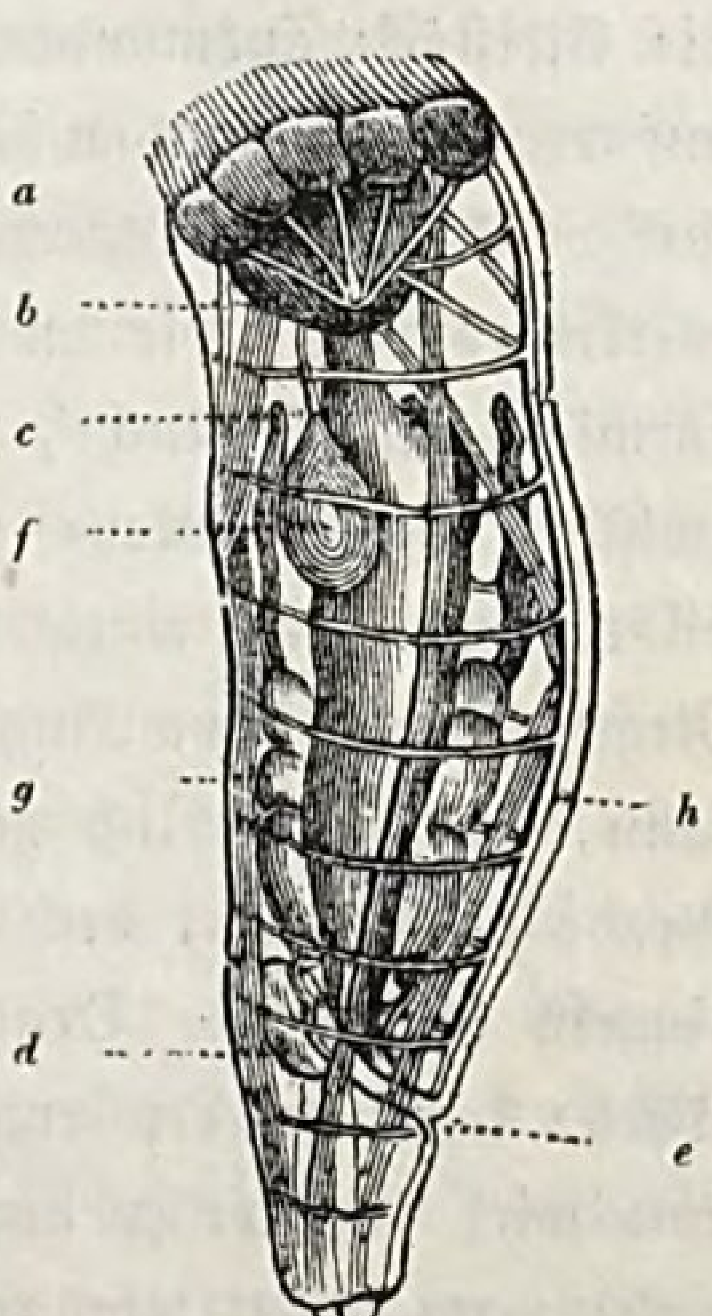


Fig 812. Das Krystallthierchen (Hydatina senta); 600fach vergrößert. *

* a Räderorgane; b Schlundmuskeln; c Magen; d Darm; e After; f Speicheldrüse; g Eierstöcke; h Muskeln.

kommene und künstliche Organisation man bei der Betrachtung dieser fast ganz durchsichtigen Geschöpfchen unter einem starken Vergrößerungsglase wahrnimmt. Es zeigen sich deutliche Muskeln, nach der Länge und nach der Quere verlaufend, Spuren eines Gangliensystemes, zumal ein Ganglienknoten in der Nackengegend, mehre, zwei bis vier, rothe Augenpünktchen, und außer bedeutenden Eierstöcken, aus welchen die Eier durch die Afteröffnung hervortreten, noch besondre Organe, welche man für Speicheldrüsen zu halten geneigt ist. Eigentliche Athmungswerkzeuge scheinen zu fehlen; die ganze Hautoberfläche entspricht wahrscheinlich dem Dienste derselben. Ebenso fehlen Gefäße, mit Ausnahme einer zarten Röhre im Nacken, welche jedoch vielleicht nur dem Wasser zur Beförderung der Athmung Zutritt verstattet. Einige Räderthierchen besitzen nur in gewissen Perioden ihres Lebens Augenpünktchen. Ein Kopf ist nicht zu unterscheiden. Einige Gattungen dieser ziemlich artenreichen Ordnung, sind mit einem einfachen, schuppen- oder napfförmigen, andre mit einem zweischaligen Panzerschildchen bedeckt, so daß sie den Ohnefüßen, Limnadien und Cypris = Muschelkrebschen, sowie den Daphnien, nicht wenig ähneln.

Da die nur mit den stärksten Vergrößerungsgläsern wahrnehmbaren und nur im Wasser erkennbaren Eier der Räderthierchen völlig austrocknen können, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren, und da dieselben nur eines Tröpfchens von Wasser bedürfen, um sich rasch zu entwickeln, so entstehen die Räderthierchen oft auf eine sehr überraschende Weise in jedem stehenden Wasser, in welches nur irgend ein für unsre Augen unmöglich bemerkbares Stäubchen gelangen konnte.

Erst die Erfindung der Mikroskope hat zur Entdeckung dieser wunderbar kleinen Thierchen geführt; noch vor zweihundert Jahren ahnete man ihr Dasein nicht.

Den bekannten Regenwürmern fehlen ebenfalls Augen, Fühlfäden und Kiefer, aber auch die Kiemen gänzlich. Sie haben an jedem ihrer, oft über 100 sich belaufenden Ringel, vier Pärchen sehr kurzer und feiner Borsten. Das Kopfende erkennt man an dem etwa so weit, als ein Drittheil des ganzen Thieres beträgt, hinter demselben befindlichen Gürtel oder Sattel, einer Anschwellung, vor welcher die Eierstöcke ausmünden Ihre Athmung geht wie es scheint durch die Feuchtigkeit auf der innern und äußern Fläche ihres Körpers vor sich. Die Kreislaufsorgane sind vollkommen geschlossene Gefäße von sehr eigenthümlicher Anordnung. Besonders merkwürdig sind die im Vordertheile des Körpers sich findenden fünf Paare bogenförmiger Aderschläuche, welche den Darmkanal gürtelartig umgebende Verbindungen zwischen dem Rücken- und Bauchgefäße darstellen (Fig. 813). Ihre Ganglien bilden nur einen einzigen Strang in der ganzen Länge des Leibes. Obgleich die Regenwürmer keine Augen haben, so sind sie doch, wie man sich leicht überzeugen kann, sehr empfindlich gegen das Licht. Ihre ganze Hautoberfläche scheint in geringem Grade den Mangel der Augen zu ersetzen. Die sehr niedrige und in allen Körperringeln fast gleiche Organisation dieser Thiere macht es möglich, daß sie verlorene Theile leicht wieder erzeugen. Ein durchgeschnittener Regenwurm lebt daher fort und wird da, wo er verstümmelt war, wieder vollständig. Die den Regenwürmern nahe verwandten sehr zarten Naiden oder Wasserschlängelchen (Fig. 814) welche man an Wasserpflanzen zu finden pflegt, theilen sich sogar mitunter freiwillig durch und haben somit, außer der gewöhnlichen Vermehrung durch Eier und derjenigen durch Knospen, welche wir so eben bei den Moosthierchen kennen gelernt haben,

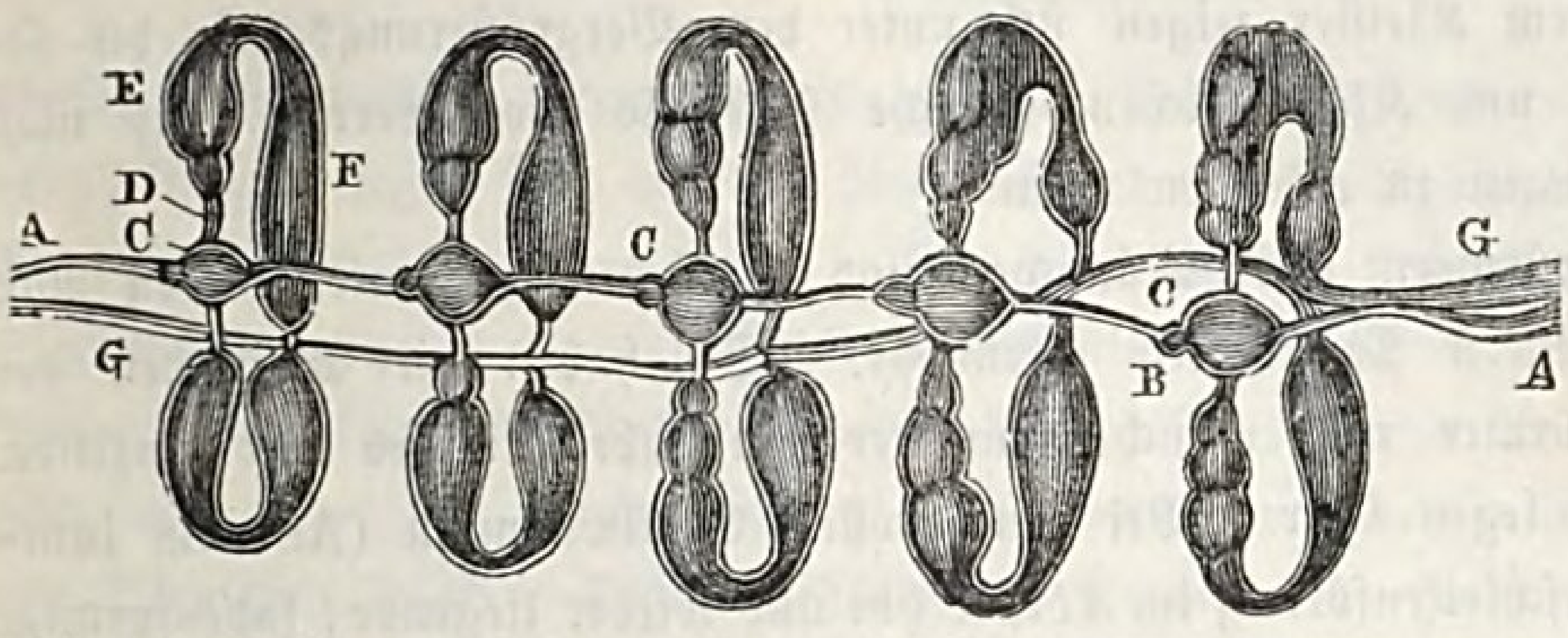


Fig. 813. Ein Theil der Circulationsorgane des Regenwurmes (Lumbricus terrestris); sehr vergrößert. *

* AA Bauchgefäß; GG Rückengefäß; C herzartige Erweiterungen des Bauchgefäßes; B Vorkammern; DEF bogenförmige Aderschläuche, welche AA mit GG verbinden.

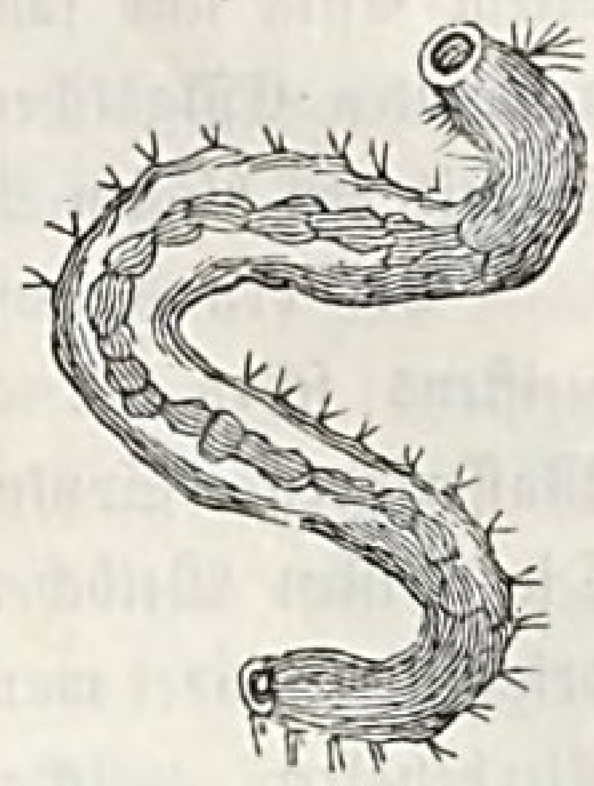


Fig. 814. Das gemeine Wasserschlängelchen (Nais vermicularis); 6fach vergrößert mit durchschimmerndem perlschnurförmigem Darmkanale.

noch eine dritte Art derselben, die Vermehrung durch Theilung. Die Naiden bringen nämlich mitunter auch Knospen hervor. — Sehr merkwürdig ist es, daß die Eier der Regenwürmer allemal den Keim zu zwei Thieren enthalten, die der Naiden sogar noch mehre solche in einer gemeinsamen Hülle. Aehnliche Verhältnisse finden bei manchen andern Ringelwürmern ebenfalls statt.

Die fußlosen Ringelwürmer (Apodes) sind nicht minder mannigfaltig organisirt, als die Borstenfüßler. Zu ihnen gehören die Strudelwürmer, die Fadenwürmer und die Saugwürmer (Fig. 815).

Die Strudelwürmer (Turbellarii) haben ihren Namen von der strudelerregenden Bewegung, welche sie vermittelst der auf der ganzen Oberfläche ihrer fast gänzlich ungeringelten Haut verstreut stehenden, stets in flimmender Bewegung begriffenen Härchen hervorbringen. Dieselben haben nur farbloses Blut, nie Kiemen und selten Augen.

Die Fadenwürmer (Nematoidei) entbehren auch jener Flimmerhärchen völlig, sehen übrigens einfach fadenförmig, die dickeren regenwurmähnlich, aus und stehen im übrigen fast auf gleicher Stufe mit den Strudelwürmern. Hieher gehören die Spulwürmer oder Ascariden, welche theils von Regenwurmsgröße in den Gedärmen erwachsener Menschen, theils ganz klein, nur ½ Zoll lang, im Mastdarme von Kindern vorzukommen pflegen und von den mannigfachsten und hartnäckigsten krankhaften Zuständen die, nach ihrer Entdeckung leicht zu beseitigende, Ursache sind. Uebrigens werden auch manche Thiere von diesen und, wie die Menschen, von mehren andern Fadenwürmern auf das Schlimmste belästigt und mitunter dem Tode zugeführt. Nicht alle derartige Wurmgattungen leben nur im Darmkanale, sondern einige auch im Muskelfleische, im Zellgewebe und in der Haut. So sind die Nestelwürmer (Filaria medinensis) in den heißen Gegenden Afrika's und Asiens eine der furchtbarsten Plagen für die Menschen, indem sie besonders in den Beinen im Zellgewebe unter der Haut sich aufhalten und eine ungeheure Länge erreichen. Man will beobachtet haben, daß ein lebender Nestelwurm zahllose, sehr kleine lebendige Junge von sich gegeben. Andere kleinere Nestelwürmer leben mitunter in den Augenhöhlen der Pferde und anderer Thiere. Sie liegen bisweilen zu ganzen Packeten zusammengehäuft. In den stehenden Gewässern, oft in Regenpfützen und Brunnen findet man den sogenannten Wasserfaden (Gordius aquaticus), welcher den Nestelwürmern sehr ähnlich und nach seinem Namen leicht zu erkennen ist. In

altem Essig und saurem Kleister zeigen sich unter dem Vergrößerungsglase die sogenannten Essigälchen und Kleisterälchen, welche selten so groß werden, daß man sie mit den bloßen Augen zu erkennen vermag.

Bei den Fadenwürmern sind Männchen und Weibchen zu unterscheiden und meistens schon an äußern Merkmalen erkennbar. So haben die Männchen der Wasserfäden, Spulwürmer und mancher anderer ein gabelförmiges Schwanzende. Die meisten Weibchen legen Eier. Bei den großen Spulwürmern (**Ascaris lumbricoides**) findet man schleifenförmig im Körper hin und wieder liegende, fadenförmige Eierbehälter, welche mitunter eine Länge von mehren Ellen erreichen und in der Gegend des vordern Viertels der Länge des Thieres nach Außen münden. Einige Fadenwürmer gebären auch lebendige Junge — bei den Kappenwürmern in den Gedärmen der gewöhnlichen Flußbarsche sieht man bisweilen die Jungen im Leibe des Weibchens sich bewegen.

Die Saugwürmer (**Trematoda**) unterscheiden sich von den übrigen Ringelwürmern äußerlich durch die Einrichtung ihres Mundes, indem dieser in der Mitte einer flachen, napfartigen Sauggrube liegt. Die Blutegel (Fig. 815), haben auch am After eine Saugscheibe und kriechen, indem sie sich mit diesen Haftwerkzeugen anhalten und abwechselnd kurz zusammenziehen und wieder lang ausstrecken. Die Sauggrube ihres Mundes ist mit drei zahnartigen Spitzchen versehen, mit deren Hülfe sie rothblütigen Thieren die Haut öffnen, um sie auszusaugen. Bekanntlich benutzt man diese Eigenschaft gewisser Blutegelarten in der Heilkunst. Diese Thiere gehören zu den vollkommensten Würmern. Ihr Darm ist sehr weit und bildet mehre hintereinanderfolgende Schläuche. Bei manchen bemerkt man an der Unterseite zwei Reihen von Poren, welche die Mündungen ebenso vieler kleiner, innerlicher Säcke sind, welche schleimig zu sein pflegen und als Athmungswerkzeuge dienen. Der Blutumlauf (Fig. 816) wird durch mehre der Länge nach verlaufende und unter einander in vielfacher Verbindung stehende Gefäße bewirkt. In den Rückengefäßen strömt das Blut vom Hinterleibe zum Kopfe und in seitlichen

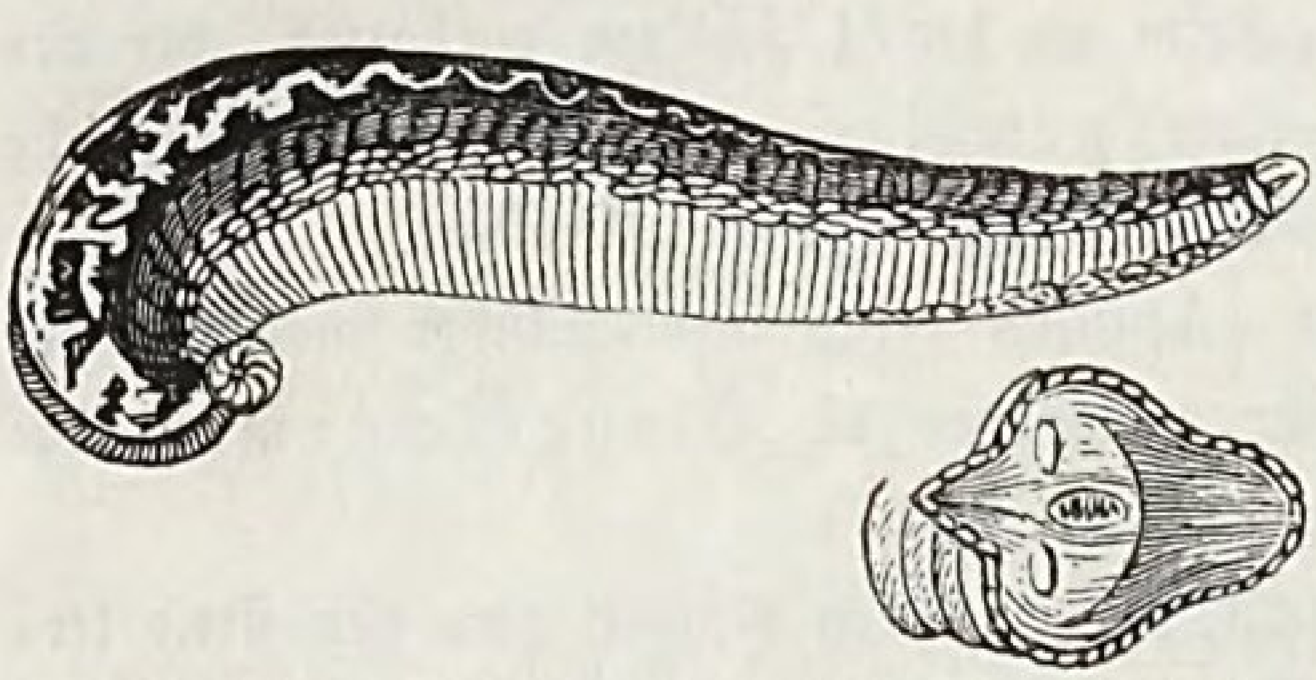


Fig. 815 Der medicinische Blutegel (**Hirudo medicinalis**); daneben vergrößerte Darstellung des den Mund umgebenden Saugnapfes mit den sägenartigen Zähnen.

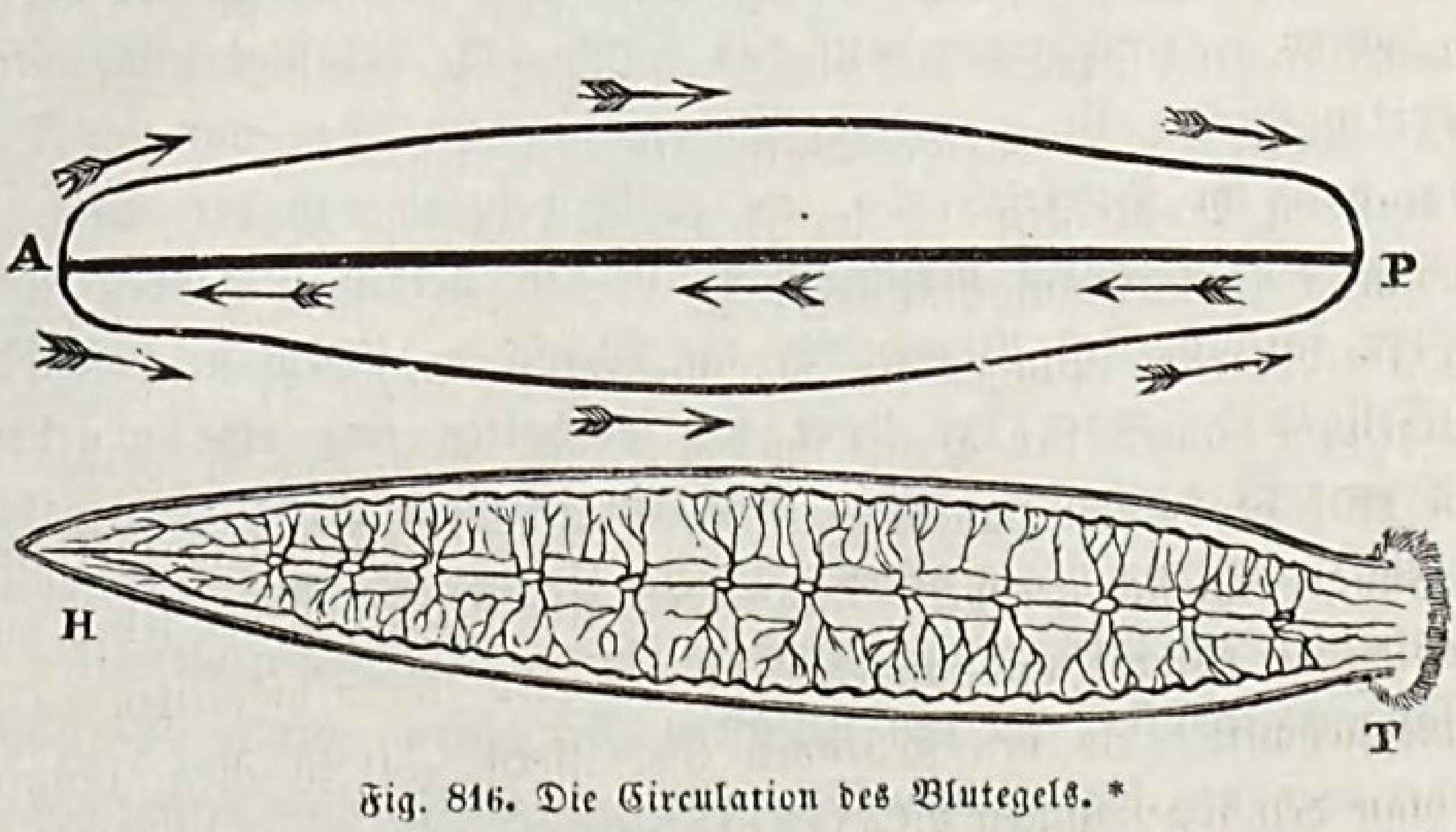


Fig. 816. Die Circulation des Blutegels. *
A Kopfende; P Hinterende; die Pfeile zeigen die Richtung der Blutströmungen an. — T Kopfende H Hinterende.

Gefäßen kehrt es in entgegengesetzter Richtung wieder zurück. — Die Ganglienknoten der Blutegel liegen sehr entfernt hinter einander. Am Kopfende befinden sich einfache Augen, 2 bis 10 an der Zahl. Alle diese Thiere sind Zwitter und legen theils Eier in coconähnlichen, mit Schleim umhüllten Ballen, theils bringen sie lebendige Junge. Fast kein im Wasser lebendes Thier ist vor ihrer Blutgier geschützt. — Es gibt auch unter den Saugwürmern viele Gattungen, welche im Innern von Thieren und Menschen leben. Dahin gehören die sogenannten Leberegel (Distoma hepaticum), welche bei Menschen sowohl, als bei Thieren, in der Leber oft in großer Menge vorkommen. Dieselben haben den After sehr nahe beim Munde und an jenem, wie an diesem eine Sauggrube, beide ganz nahe beisammen. Fast jedes höhere Thier hat seine besondern Einwohner aus dieser Gruppe der Würmer, welche übrigens oft so wenig Spuren einer Gliederung verrathen, daß man sie kaum in die Klasse der Würmer stellen mag. Es ist bislang sehr räthselhaft geblieben, wie diese Geschöpfe in die von Außen unzugänglichsten Organe der höheren Thiere z. B. in den Fächerkamm des Auges der Vögel, gelangen mögen. Indessen haben neuere Beobachtungen Vermuthungen Raum gegeben, nach welchen man vielleicht im Stande sein wird, die Sache zu ergründen. Die in Rede stehenden Würmer scheinen nämlich keineswegs ursprünglich und auch nicht ausschließlich auf das Leben in andern Thieren angewiesen zu sein, sondern theilweise frei im Wasser zu leben und, in die Körpertheile eines andern Thieres gelangt, eine ganz fremdartige, durch die Eigenthümlichkeiten der Nahrung und des Wohnortes hervorgerufene Form und Organisation anzunehmen. So hat man beobachtet daß ein häufig in den Luftzellen der Wasservögel lebender Egelwurm (Monostomum mutabile) in seinem Innern Eier (Fig. 817 a) erzeugt, innerhalb deren sich, noch bevor das Ei gelegt wird, platte, mit

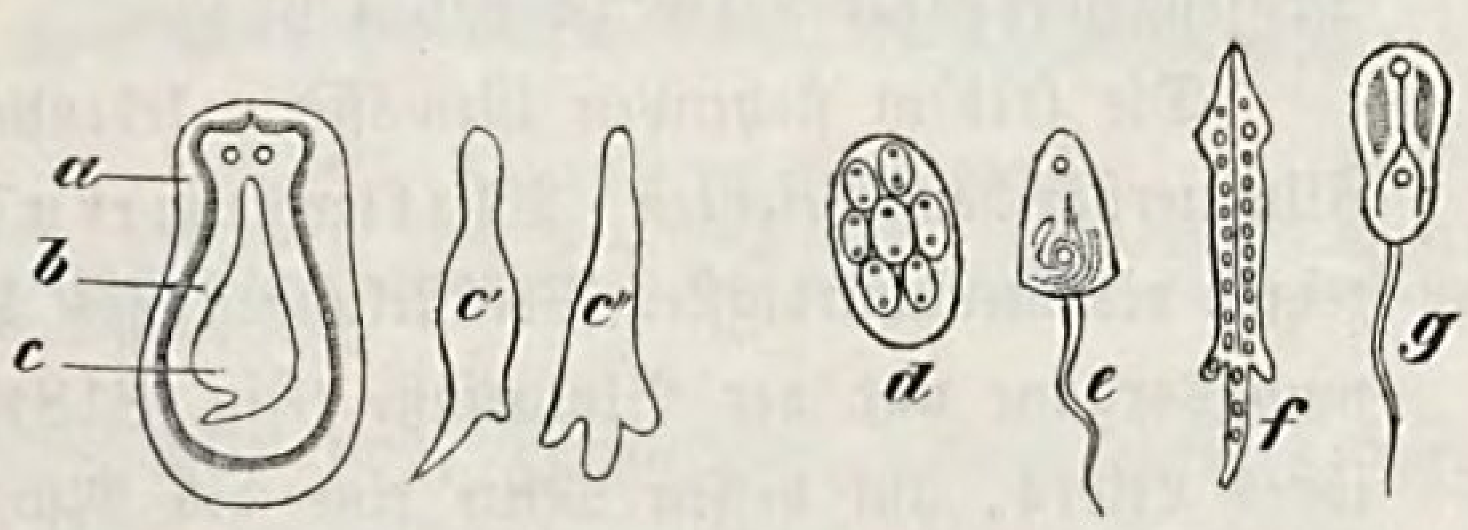


Fig. 817. Die Metamorphose der Egelwürmer; stark vergrößert. *

* *a* das Ei von Monostomum mutabile; *b* das in der Eihülle erzeugte Junge, Großamme genannt; *c* der in der Großamme erzeugte Wurm, Amme genannt; *c' c''* dieselbe frei für sich in verschiedenen Lagen; *d* und *f* ähnliche Ammen: *d* durchsichtige, mit Cercarienkeimen angefüllte Amme (Keimschlauch) aus der lebendig gebärenden Sumpfschnecke (Paludina vivipara); — *e* eine daraus hervorgegangene Cercaria; *f* lebhaft bewegte, wurmförmige Cercarienamme mit deutlichem Verdauungskanale, aus verschiedenen Wasserschnecken. *g* die daraus hervorgehenden Cercarien mit gabligem Darme.

Flimmerhaaren besetzte und mit zwei Augen versehene Junge (b) ausbilden. Schon innerhalb dieser Jungen aber bewegt sich, in dieselben gleichsam eingeschachelt, ein ebenfalls wurmartiges, aber viel unvollkommeneres Thier (c, c' c''). Dieses letztere gleicht ganz den Würmern (d und f), welche man in sehr verschiedener Form in allen Wasserschnecken findet, welche aber selber gleichsam nur Keimschläuche sind, in denen eine sehr große Zahl von körnigen Körperchen entsteht, welche nach dem Aufplatzen jener Keimschläuche sich als eigenthümliche meistens langgeschwänzte Thierchen (e und g) zeigen. Man kannte diese Thierchen schon lange unter dem Namen Cercaria und stellte dieselben ihrer mikroskopischen Kleinheit wegen zu den Infusionsthierchen. Doch haben dieselben Verdauungsorgane, Saugnäpfchen, Wassergefäße

und Hornspitzchen am Vorderende ihres Körpers. Sie verlassen die Schnecken, in denen sie geboren sind und schwimmen frei im Wasser umher, bohren sich aber nach einiger Zeit wieder in die Haut von Insektenlarven ein, innerhalb deren sie den Schwanz verlieren und die Gestalt von Egelwürmern annehmen. Doch ist ihre Entwicklung hier noch nicht vollendet. Dieselben verpuppen sich nämlich in den Insektenlarven ganz zusammengezogen in einer Schleimhülle und erreichen ihre weitere Ausbildung vielleicht erst in den vollkommenen Insekten oder aber in höheren Thieren. Sehr nahe liegt die Vermuthung, daß sie in Wasservögel gelangen, denen die Insektenlarven so häufig als Nahrung dienen. So mögen die Monostomumwürmer in ihren oben erwähnten Aufenthaltsort gelangen. Vielleicht wird auch die beschriebene Kette von Entwicklungsstufen durch besondre Umstände mitunter früher unterbrochen und abgeändert. Man ist bereits vollkommen zu der Ueberzeugung gelangt, daß Thiere durch Aufnahme in einen andern Thierkörper und durch die innerhalb eines solchen geführte schmarotzende Lebensweise so völlig verändert und entstellt werden, daß eine Wiedererkennung derselben nur durch den günstigsten Zufall möglich wird. Es kann leicht geschehen, daß Thiere und Menschen mit dem Wasser, welches sie trinken, und in welchem, auch wenn es völlig klar scheint, so oft schon ein scharfes Auge kleine sich selbstständig bewegende Pünktchen erkennt, die infusorienartigen Jungen oder auch Eierchen derartiger Würmer einschlucken, und es ist kein Zweifel, daß solche leicht in den feinen Gefäßen des Körpers Gelegenheit und Wege finden in diejenigen Theile einzudringen, welche ihnen vorzugsweise behagen. Es stimmt mit einer solchen Vermuthung die viel bestätigte Bemerkung, daß solche Schafe, welche auf feuchten Wiesen zu weiden pflegen, zahllose Leberegel in ihren Gallengängen und in dem ganzen Drüsengewebe der Leber zu haben pflegen.

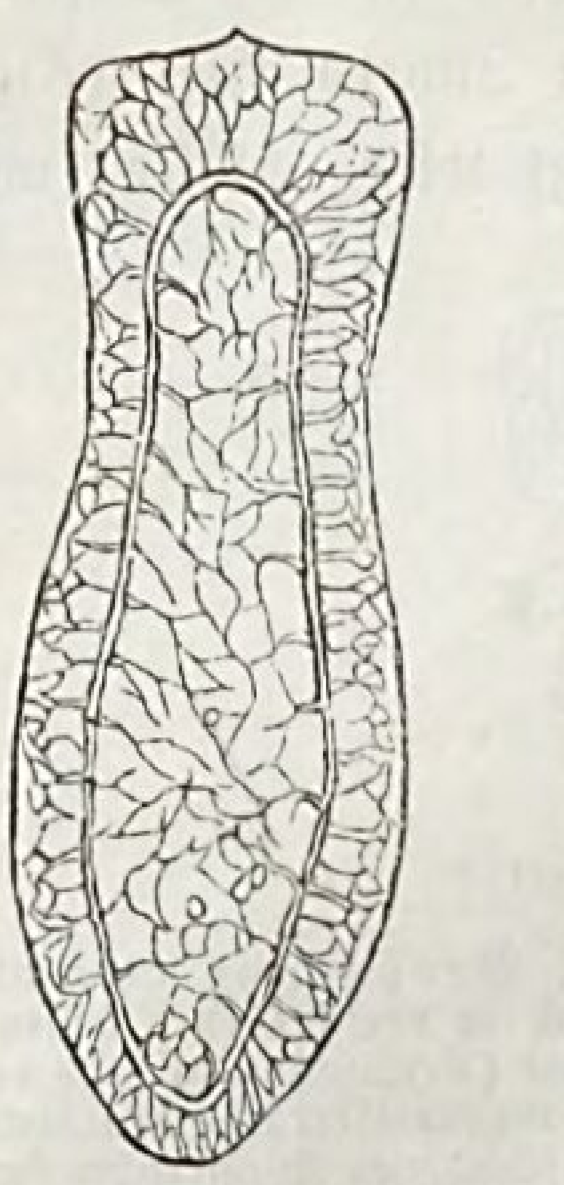


Fig. 818. Die Verästelung der Blutgefäße im Körper eines Plattwurmes (Planaria lactea).

Die frei in stehenden Gewässern lebenden und ganz mit Flimmerhärchen besetzten Plattwürmern oder Planarien zeigen die merkwürdigsten Verästelungen des Darmes, der Athmungsorgane und der Blutgefäße (Fig. 818) in allen Theilen ihres Leibes, auf dessen Mitte eine als Mund und After gemeinsam dienende Oeffnung sich befindet. Sehr eigenthümlich und zunächst an die Entstehung der Cercarien innerhalb Keimschläuchen erinnernd ist die Entwicklung dieser Würmer, indem sich in einem Ei derselben mehre Thierchen zugleich entwickeln. Schon die Bryozoen lassen die Bildung von zwei Embryonen innerhalb eines Eies wahrnehmen. Bei den Planarien bilden sich in der Dottermasse zahlreiche Zellen mit eigenthümlicher Bewegung. Diese Zellen fließen aber gruppenweise zusammen und bilden so eine Anzahl von Embryonen, deren jeder bald als eine vollkommene Planarie ausschlüpft.

Zweite Ordnung.

Die Eingeweidewürmer. Helminthes.

Man nennt insbesondre Eingeweidewürmer diejenigen wurmartigen Thiere, deren Organisation äußerst unvollkommen ist, indem sie bislang keine Spuren von Ganglien, geringe oder gar keine Blutgefäße, auch keinerlei Athmungs- und Sinnesorgane bei sich haben entdecken lassen. Manche von ihnen bestehen aus einer sehr großen Zahl deutlich von einander geschiedener Glieder, von denen das vorderste eine feine, mit einem Haken versehene Mundöffnung zeigt. Der Darm dieser Thiere ist sehr verschiedenartig und immer nur unvollkommen, mit dem flockigen Zellgewebe, welches den ganzen Körper bildet, in unbestimmter Verbindung. Die Bandwürmer (Fig. 819 u. 820), welche eine außerordentliche Länge und eine ungeheure Gliederzahl

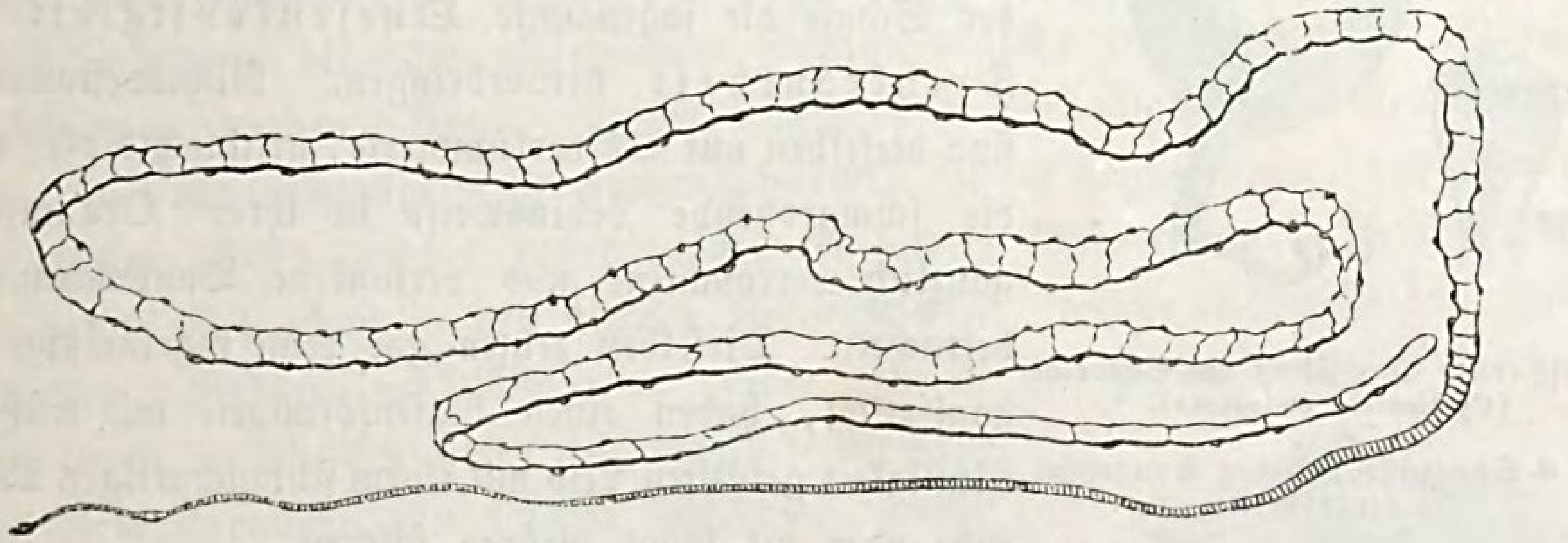


Fig. 819 Der gemeine Bandwurm (Taenia solium).

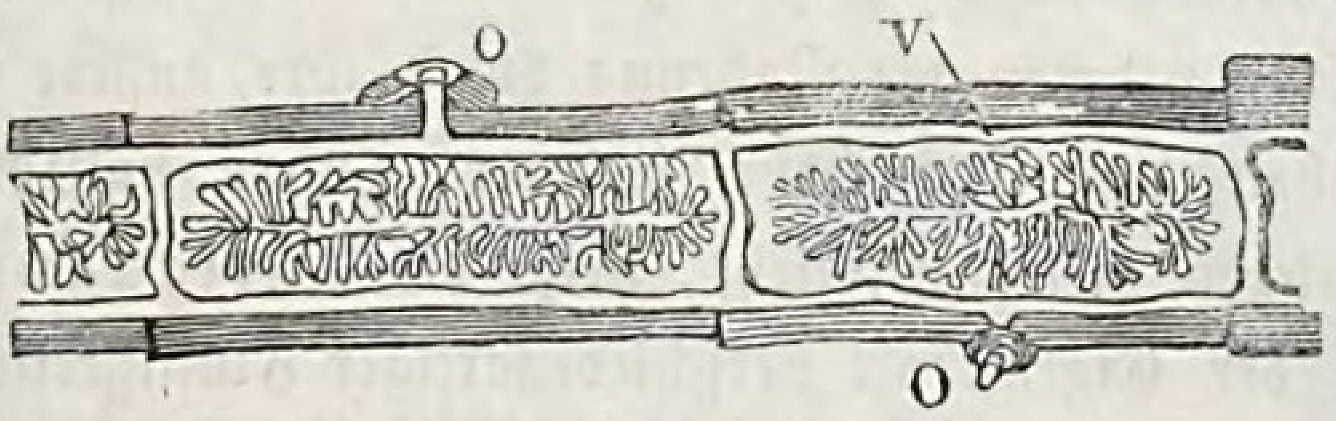


Fig. 820. Anatomie des Bandwurms *

* Zwei Glieder desselben; vergrößert. Man sieht die vielfach verzweigten Eierschläuche; V Verdauungskanäle, zu beiden Seiten der Länge nach verlaufend und in jedem Gliede durch Querröhren verbunden; O Ausführungsgänge der Fortpflanzungsorgane.

erreichen, sind die wichtigsten und schrecklichsten Thiere dieser Ordnung. In jedem ihrer Glieder, deren Zahl fortwährend zunimmt, liegen Eierstöcke, welche sich nach Außen münden. Das Abreißen einer Menge von Gliedern schadet dem Leben des Thieres nicht, indem die Erhaltung des vordersten Gliedes, des sogenannten Kopfes, welcher die andern Glieder aus sich erzeugt und stets endlos wieder zu ersetzen scheint, zur Erhaltung desselben genügt. — Man weiß bislang noch nicht, woher die Bandwürmer stammen. Bemerkenswerth ist der Umstand daß nicht allein in verschiedenen Thieren verschiedene Arten von Bandwürmern leben, sondern daß selbst bei den Menschen hierin ein Unterschied nach den Nationen stattfindet, so daß sich z. B. im nördlichen Deutschland und in Frankreich ein anderer Bandwurm (Taenia solium) findet, als in der Schweiz, in Holland und Polen (Bothriocephalus latus). Man weiß sogar Beispiele von Reisenden, welche sich aus einer der genannten Gegenden den dort verbreiteten Bandwurm mitgebracht haben. Es ist wahrscheinlich, daß die Eier dieser Thiere in den Mist und durch diesen an die Pflanzen der Aecker und Gärten und dann durch die Nahrung wieder in den Menschen oder in Thiere gerathen. So kennt man bei den Fischen Bandwurmembryone als eine häufige Erscheinung

und man hat Ursache zu vermuthen, daß solche in den Eingeweiden fischfressender Vögel sich ausbilden und ihre Eier durch den Koth der Vögel wieder ins Wasser gelangen lassen. Ebenso finden sich in Schnecken häufig Würmer, welche sich als Embryonen oder Kopfstücke von Bandwürmern erkennen lassen, sich aber nie in diesen Thieren, sondern wahrscheinlich auch erst in Vögeln oder andern Geschöpfen, von denen die Schnecken gefressen werden, weiter ausbilden. Ein endloses Feld zur Beobachtung bietet sich dar in der Entwicklung der Helminthen und der damit wie es scheint stets verbundenen Wanderungen.

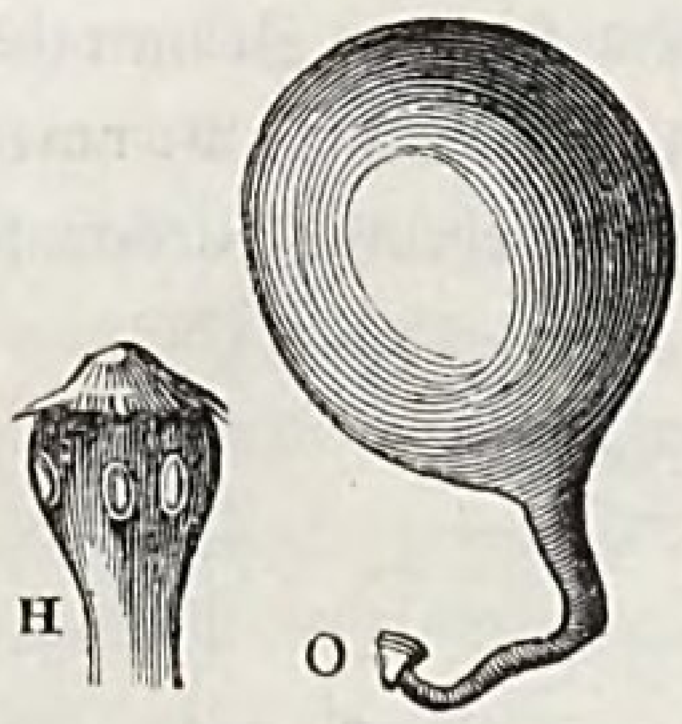


Fig. 821. Die Finne des Schweins (Cysticercus cellulosae). *

* O Saugrüssel; H der Saugrüssel vergrößert.

Aeußerlich sehr verschieden von den Bandwürmern sind die sogenannten Blasenwürmer oder Finnen (Fig. 821), welche sich im Fleische vieler Thiere zu finden pflegen, sowie die Quesen, welche im Gehirne der Schafe die sogenannte Quesenköpfigkeit oder Drehkrankheit hervorbringen. Nichtsdestoweniger sind dieselben nur als verkümmerte, geschlechtslose, durch die schmarotzende Lebensweise in ihrer Organisation gänzlich verkommene und versunkene Bandwürmer zu betrachten. Dieselben zeigen gar keine regelmäßige Organisation, haben einen blasenförmigen mit wässriger Flüssigkeit gefüllten Leib mit einem schlauchartigen Mundende oder oft sogar mehren solchen.

Manche Eingeweidewürmer haben gar keine Mundöffnung und auch keinen Darmkanal. Dieselben nehmen die Nahrung durch ihre äußere Haut zu sich, welche in ihrer Beschaffenheit der Darmhaut höherer Thiere vollkommen gleicht. Der Vorgang, durch welchen dieses geschieht, heißt die Auffsaugung. Derselbe beruht auf der Eigenschaft verschiedenartiger Flüssigkeiten, sich, selbst durch eine thierische oder pflanzliche Membran (Haut) geschieden, gegenseitig durch chemische Anziehung und Austauschung der in ihnen enthaltenen Stoffe in's Gleichgewicht zu setzen. Die im Magen aufgelösten Nahrungsstoffe werden von der in den auffsaugenden Lymphgefäßen enthaltenen Flüssigkeit, trotz dem, daß diese keine Oeffnungen in das Innere des Darmes besitzen, aufgenommen, wie solches durch den nebenstehenden Versuch (Fig. 822) erläutert wird. Man nennt diesen Vorgang die Endosmose. Auf eine ganz ähnliche Weise filtriren sich in den absondernden Organen die entweder zu speciellen Zwecken dienenden oder aber die im Körper unbrauchbar gewordenen Stoffe aus den Gefäßen heraus — Exosmose. Auch der Austausch von Arterien- und Venenblut beruht auf ganz ähnlichen Vorgängen. Bei den unvollkommensten Würmern ist keine Spur von besondern Kreislaufsorganen vorhanden;

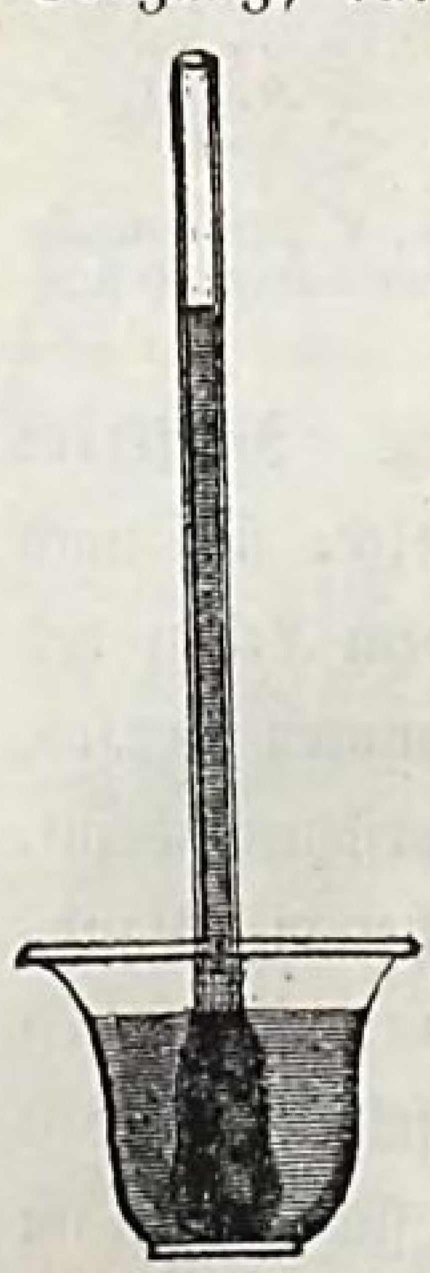


Fig. 822. Versuch zur Erklärung der Endosmose und Exosmose. *

* Ein Gefäß mit reinem Wasser. In dasselbe ist ein am untern Ende mit einem Säckchen von Blasenhaut fest zugebundenes Rohr getaucht, welches ebenso weit, als es in das Wasser getaucht ist, mit Zuckerwasser gefüllt war Nach einiger Zeit ist das Zuckerwasser durch Auffsaugung reinen Wassers verdünnt und in dem Rohre emporgestiegen. Macht man den Versuch so, daß im Rohre reines Wasser, im Gefäße aber Zuckerwasser enthalten ist, so wird das Wasser aus dem Rohre herausgesogen. Die Vereinigung von Gasen, wie die von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser, welche bei der zur Galvanoplastik angewandten sogenannten Becquerel'schen elektrischen Kette unbehindert durch eine Blasenhaut hindurch vor sich geht, kann zu weitern Erläuterungen dienen, welche jedoch ganz in's Bereich der Physik fallen.

die Circulation der ernährenden Flüssigkeit und die Verdauung, ja selbst auch die Athmung, sind in einer gemeinsamen und äußerst einfachen Endosmose und Exosmose durch die äußere Körperhaut vereinigt.

Das Alter der Würmer in der Schöpfung.

Die Würmer, deren man in der gegenwärtigen Schöpfung eine zahllose Menge verschiedener Arten kennt, waren größtentheils nicht geeignet, Spuren ihres Daseins in früheren Perioden der Erde zurückzulassen. Wir sind daher in Betreff der meisten Familien derselben nicht im Stande, zu sagen, wann die ersten Stammverwandten derselben in der Schöpfung erschienen sein mögen. Da die Würmer aber sehr unvollkommen organisirte Thiere sind, und insbesondere die vollkomeneren unter ihnen ziemlich viele Anhaltspunkte zur Vergleichung mit den Larven der Insekten darbieten, die nach allgemeinem Sprachgebrauche auch wohl als „Würmer" bezeichnet zu werden pflegen, so berechtigen uns die allgemeinen Beobachtungen über den Entwicklungsgang der ganzen Thierwelt zu der Vermuthung, daß es früher wurmartige Wesen gegeben haben möge, als andere Gliederthiere. In Wirklichkeit finden sich auch schon in den ältesten Bodenschichten, welche Ueberreste von Thieren enthalten, Spuren von Würmern. Aber erst in der Oolithformation erscheinen nicht selten an Muschelschalen und andern festen Körpern Ueberrindungen von solchen Gehäusen, welche denen der in unsern Meeren lebenden Bryozoen ähnlich sind. Auch die Wurmröhren der Röhrenwürmer trifft man nicht in Schichten, welche älter sind als die obern Abtheilungen der Oolithformation. In allen jüngern Formationen findet man sie dagegen häufig an Gehäusen anderer Seethiere haftend (Fig. 823).

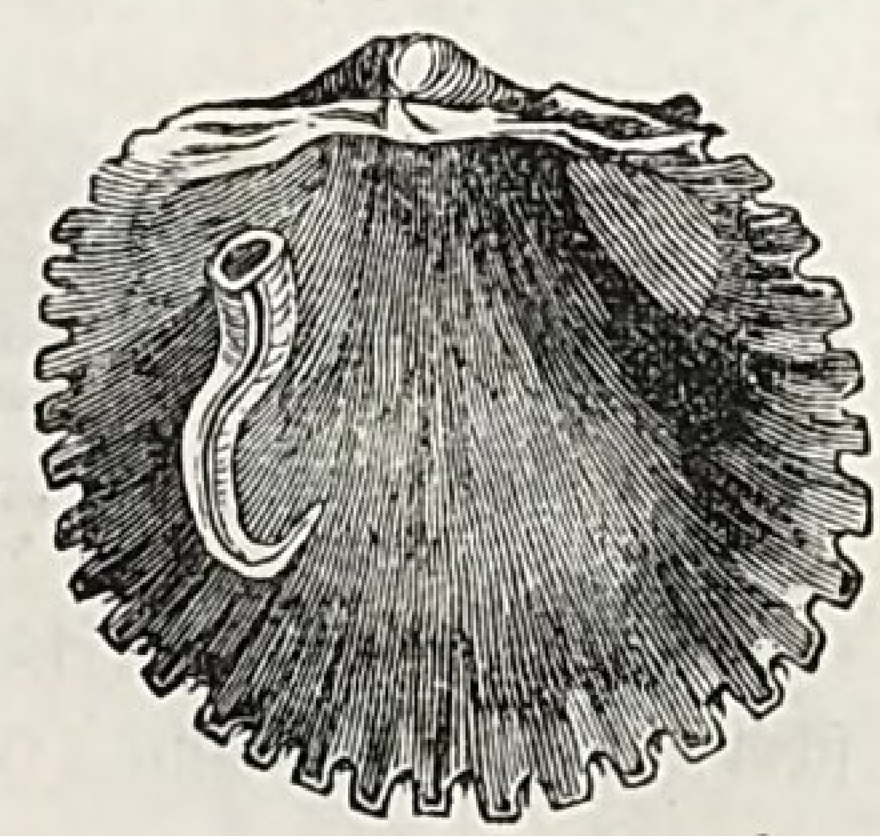


Fig. 823.
Wurmröhre (Serpula) in Cardium porulosum aus der Eocenformation.

Von andern Würmern findet man wenigstens hie und da unbestimmte Spuren, nämlich, nicht Reste des Thieres selbst, sondern ihre Fährten. Besonders auffallend sind in jüngern Formationen die bohrlochartigen Röhren, welche oft in großer Menge in Sandsteinablagerungen vorkommen und mit ebenfalls zu Sandstein verhärtetem Sande erfüllt sind. Diese Röhren, deren Ausfüllungen Zapfen oder Stäbchen darstellen, erinnern in hohem Grade an die Bohrlöcher der Sandwürmer und anderer Würmer unserer jetzigen Meeresküsten.

---

*

Uebersicht der Weichthiere.

I. Klasse: **Kraken (Kopffüßler).** Cephalopoda.
II. Klasse: **Schnecken (Bauchfüßler).** Gasteropoda.
Nebst den Flossenschnecken (Flügelfüßler). Pteropoda.
III. Klasse: **Muschelthiere (Stumpffüßler).** Cormopoda.
IV. Klasse: **Terebratulinen (Armfüßler).** Brachiopoda.
V. Klasse: **Schlauchthiere (Mantelthiere).** Tunicata.
VI. Klasse: **Rippenquallen.** Ctenophora.

I. Klasse: Die Kraken.

Die Weichthiere haben einen ungegliederten Körper, welcher einem weichen muskulösen Klumpen gleicht und mit sehr dehnbarer, schleimiger muskulöser Haut, wie mit einem Mantel bedeckt ist.

Die Kraken, auch Kopffüßler oder Cephalopoden genannt, sind unter allen Weichthieren am vollkommensten organisirt. Bei ihnen ist stets ein deutlicher Kopf vorhanden und durch eine halsartige Einschnürung vom Rumpfe geschieden. Er trägt am vordern, von den Thieren meistens nach unten gerichteten Ende, rings um den Mund, die Bewegungswerkzeuge. Der große Krake (Fig. 825), der Kalmar (Fig. 824), der Papiernautilus (Fig. 832) und der Schiffsnautilus (Fig. 837) sind die wichtigsten lebenden Geschöpfe dieser Thierklasse.


Fig. 824. Der Kalmar (Loligo vulgaris).

*

Uebersicht der Kraken.

1. Ordnung: Zweikiemer (Saugfüßler). Dibranchiata (Acetabulifera).
   1. Familie: Achtfüßer. Octopoda.
   2. Familie: Loligineen. Loliginea.
2. Ordnung: Vierkiemer (Fadenfüßler). Tetrabranchiata (Tentaculifera).
   3. Familie: Nautileen. Nautilea.
   4. Familie: Ammoneen. Ammonea.

Erste Ordnung.

Die Zweikiemer.* Dibranchiata.

Der große Armkrake (Fig. 825) des mittelländischen Meeres, welcher auch wohl Polypus, d. h. Vielfuß, genannt wird, ein viel befabeltes Thier, möge uns als ein Beispiel dienen, an welchem wir die Natur der Kraken im Allgemeinen kennen lernen. Derselbe ist zugleich ein Beispiel der Familie der Achtfüßler (Octopoda).

* Früher nannte man diese Thiere allgemein Tintenfische.

Der Körperrumpf des Armkraken hat äußerlich die Gestalt eines eiförmigen Beutels; das abgerundete Ende, welches nach oben gerichtet ist und fast wie ein Kopf aussieht, ist der Bauchsack; der Kopf dagegen befindet sich nach unten gerichtet, im Mittelpunkte der schlangenförmigen Fühler, welche dem Thiere zum Kriechen und zum Grei-

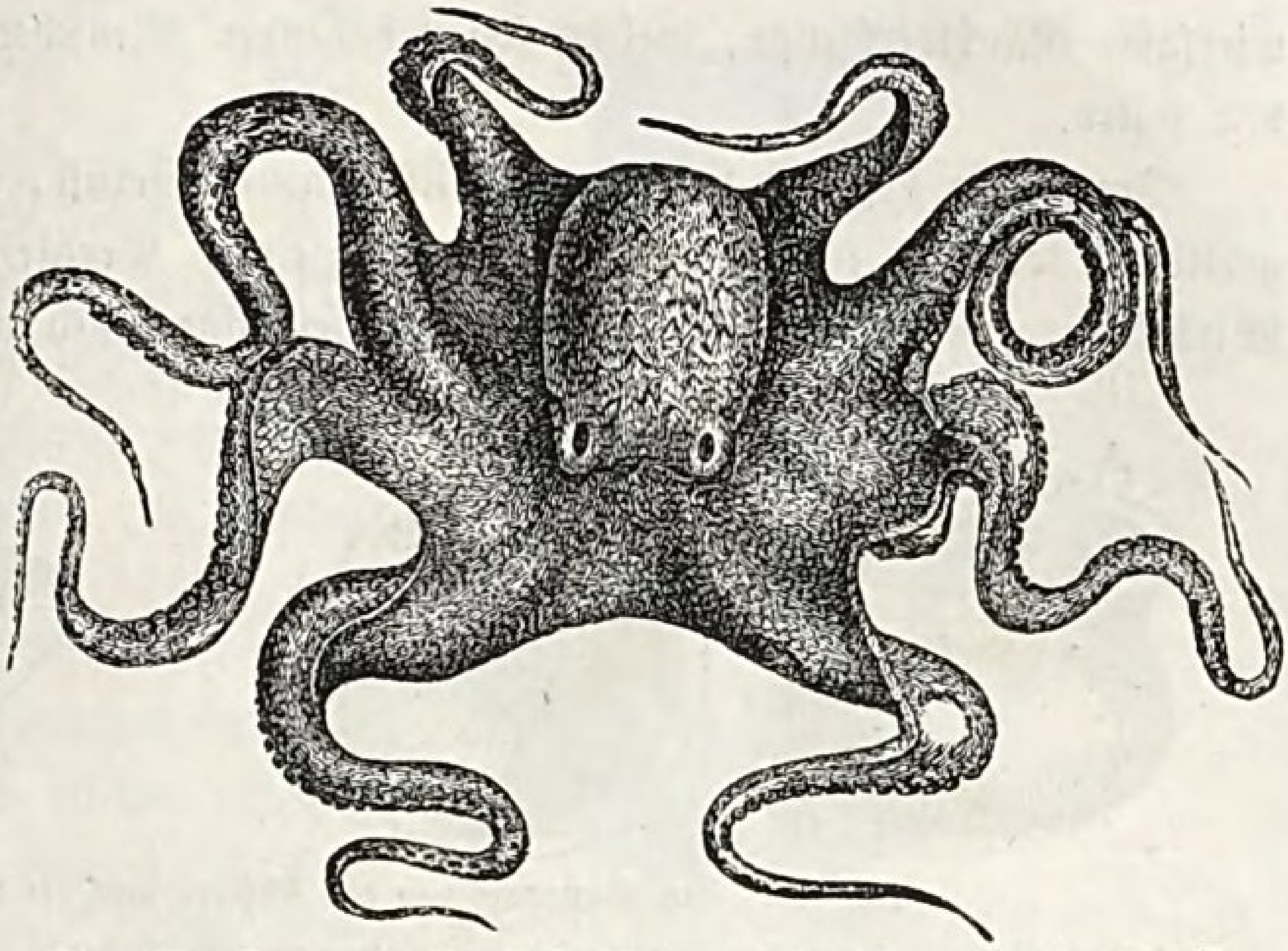


Fig. 825. Der große Armkrake (Octopus vulgaris). — $^1/_{40}$ d. nat. Gr.

fen, sowie zum Fühlen zugleich dienen. Diese Fühler, welche man bald Arme, bald Füße nennt, acht an der Zahl, sind am Umfange des Kopfes befestigt und bilden mit den, zwischen ihren Winkeln ausgespannten, Bindehautfalten eine sternförmige, schirmartige Ausbreitung rings um den Mund. Letzterer liegt auf dem nach unten gewandten Gipfel des Kopfes zwischen den genannten Hautfalten in einer Vertiefung versteckt. Der Kopf, abgesehen von den Fühlern, hat eine ziemlich birnenförmige Gestalt; eine, äußerlich jedoch kaum wahrnehmbare, Halseinschnürung trennt ihn von dem kurzen dicken Bauche, welcher ganz umhüllt ist mit einem vollkommen beutelartigen Muskelsacke. Dieser Sack, welcher nur am Nacken (der Gegend nahe über den Augen, Fig. 825) mit dem Kopfe zusammengewachsen, übrigens aber weder mit den Eingeweiden noch mit einem andern Körpertheile verbunden ist, erscheint an der dem Nacken entgegengesetzten (in der Fig. 825 nicht sichtbaren) Seite des Halses ganz offen. Würde man das Thier umkehren, so daß der Kopf nach oben und die offene Seite des Sackes nach vorn gewandt wäre, so würde (wie bei Fig. 833 und 836) der Kopf des Thieres wirklich wie aus einem Sacke oder einem Kleidungsstücke hervorragend erscheinen. Man hat dem Muskelsacke daher auch den Namen Mantel gegeben. — Die Haut des Armkraken ist runzelig, warzig, mit schleimiger Oberfläche, gelb und graulich gefärbt, und man bemerkt an derselben die auffallendsten Farbenveränderungen, welche an die Eigenschaft des Chamäleons (Seite 289) erinnern, hier aber viel lebhafter und bunter sind, und welche offenbar unter dem Einflusse der Leidenschaften des Thieres stehen. Besondere farbstoffhaltige Zellen, hier Chromatophoren genannt, mit sehr elastischen Wandungen, welche durch Fasern des Hautgewebes ausgedehnt und zusammengezogen werden können, sind die Organe, welche bei diesen und allen andern Krakenthieren solche Farbenwandlungen möglich machen. Die Fühlerarme tragen auf ihrer innern Seite eine lange Doppelreihe von vorragenden, zum Theil kurz gestielten, in der Mitte napfförmig vertieften und innen hohlen Plättchen (Fig. 826), welche, an feste Flächen angedrückt, luftleere Räume unter sich hervorbringen und dadurch wie angesogen an den Gegenständen haften. Man nennt diese concaven Plättchen auch gewöhnlich Saugnäpfe (acetabula). Durch dieselben sind die ganz aus Muskelgewebe gebildeten Fühler der Armkraken sehr

wirksame Raubwerkzeuge, welche sogar badenden Menschen mitunter gefährlich werden sollen.

Im Kopfe befindet sich ein unvollkommenes Gerüst, aus einigen Knorpelstücken gebildet, welches jedoch nur sehr entfernt einen Vergleich mit dem Schädel der Wirbelthiere zuläßt. Ein eigentliches Skelett findet sich weder bei diesem, noch bei

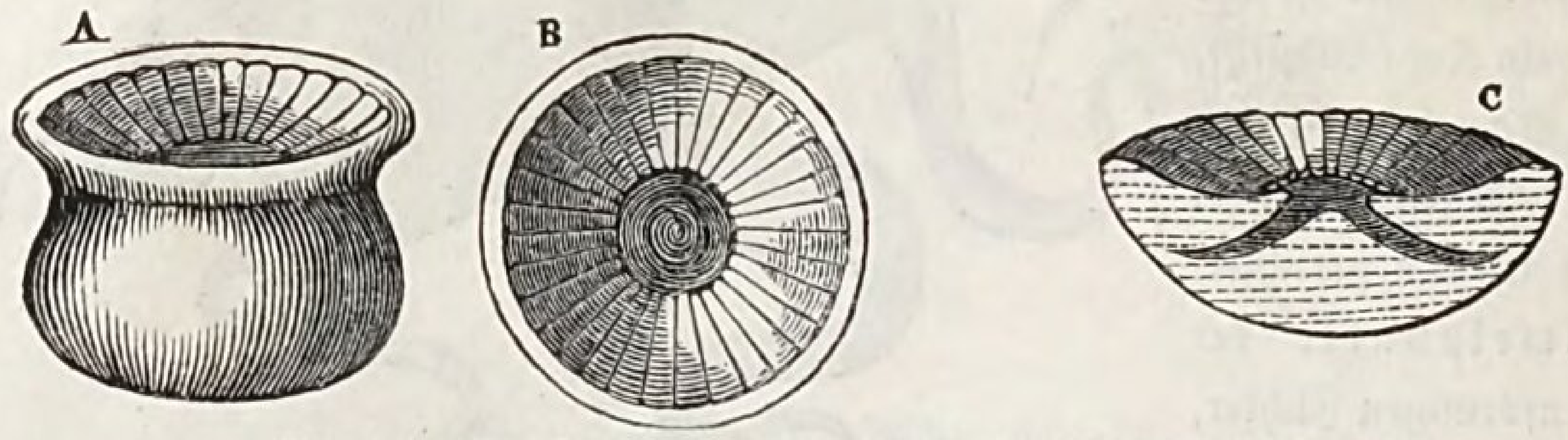


Fig 865. Ein Saugnapf von den Fühlerarmen des Armkraken. *

* A Der Saugnapf von der Seite gesehen, in angesogenem Zustande; B derselbe von der obern Fläche; C derselbe durchschnitten, so daß man die innere Höhlung sieht; durch den Schnitt ist die Gestalt zusammengedrückt.

irgend einem andern Kraken. Im Muskelfleische des Mantels liegen auf der Rückenseite zwei geringe Knorpelknötchen, welche kaum als eine Stütze für die Bewegungen der Muskeln angesehen werden können. Die Muskeln sind alle an die Haut selber angewachsen, welche daher mit ihnen zugleich sich zusammenzuziehen und dabei zu runzeln, oder auszudehnen und dabei zu glätten pflegt. Das Fleisch ist weißlich und dem der Fische nicht ganz unähnlich. Man ißt es auch nicht selten in manchen Ländern und es ist ziemlich wohlschmeckend und gesund, da die Kraken nur Würmer, Krebsthiere und kleine Fische fressen, welche sie auf dem Grunde des Meeres kriechend ergreifen.

Der Mund, welchen noch ein besonderer lippenartiger Faltenring umgibt, ist mit einem Paare starker, kalkig, horniger Kiefer bewaffnet, welche in hohem Grade einem Papageienschnabel ähnlich sind. Der Oberschnabel entspricht der Rückenseite, der Unterschnabel der Bauchseite. Innerhalb des Mundes findet sich eine mit dornartigen hornigen Spitzen besetzte Zunge. Reichlicher Schleim wird aus den sehr entwickelten Speicheldrüsen ausgesondert und befeuchtet die Speisen, welche, gröblich durch den Schnabel zermalmt, hinter dem Schlunde zunächst in einem Kropfe angesammelt werden, worauf sie in einen fleischigen Vormagen, wie bei den Vögeln, übergehen, um endlich in einem dritten hautigen, spiralförmig gekrümmten Magen vollends verdaut zu werden. In den letzten Magen münden die Gallengänge, welche aus einer großen Lebermasse die Galle herbeiführen. Die Eingeweide hangen ganz ohne ein Gekröse in dem Mantelsacke. Der Darm ist nur kurz und endigt nicht etwa am hintern Ende des Bauchsackes, sondern vielmehr auf der vordern Seite desselben in der Kiemenhöhle. In dieselbe Höhle mündet auch ganz nahe beim After der Ausführungsgang eines eigenthümlichen, einer Gallenblase ähnlichen Schlauches, des sogenannten Tintenbeutels, in welchem sich stets ein reichlicher Vorrath braunlich schwarzen Saftes befindet. Der Tintenbeutel liegt in der Lebermasse eingebettet; die Tinte, als Malerfarbe unter dem Namen Sepia bekannt, enthält keine Harnsäure und ist also auch nicht etwa den wässerigen Abgängen anderer Thiere zu vergleichen. Sie dient zur Vertheidigung. Da die Kraken dieselbe in der Angst fahren lassen, so wird sie dann aus der Kie=

menhöhle mit herausgespült und trübt das Wasser. Manche behaupten, die Thiere bedienten sich absichtlich dieses Mittels, um sich den Verfolgungen ihrer Feinde zu entziehen. — Die Kiemenhöhle (Fig. 827) befindet sich vorn unter dem Halse und das Wasser tritt dort bei der Einathmung frei in die Oeffnung des Mantels ein. Durch eine Muskelzusammenziehung schnürt sich sodann der Rand des Mantels fest anschließend um den Hals zusammen und das Wasser kann nicht anders wieder entweichen, als indem es seinen Weg durch eine schlauchartige Röhre nimmt, welche unter dem Halse selbst aus der Oeffnung des Mantels hervorhangt und innerhalb des Mantels selbst die Kiemenhöhle mit einer weiten trichterförmigen Falte überwölbt. Man nennt diese Röhre auch gewöhnlich den Trichter. Durch ihn strömt das Wasser, die etwa aus dem Darm hervortretenden Exkremente mit sich nehmend, aus der Kiemenhöhle heraus, nachdem es die beiden Kiemen bespült hat. Diese letztern haben die Gestalt von vielfach zerschlitzten Farrenkrautblättern; die Mittelrippen werden durch die Blutgefäße gebildet, welche sich in denselben verästeln. Das Blut der Kraken ist farblos; es cirkulirt in einem ziemlich vollkommenen, doppelten Adersysteme. Unmittelbar hinter der Kiemenhöhle liegt der Herzbeutel, und gerade in der Mittellinie befindet sich das Herz, ein beträchtlicher Aderschlauch, welcher der linken Herzkammer der Haarthiere, sowie der großen Rückenschlagader der Fische entspricht, indem das, aus den Kiemen durch dickangeschwollene Kiemenvenen (bu) aufgesammelte, erfrischte (arterielle) Blut in dieses Herz eintritt, und durch dasselbe vermittelst starker Pulse in die Aorta getrieben wird. Die Aorta erstreckt sich vom Herzen (Fig. 828 und 829) theils nach dem Kopfe und Mantel, theils nach den Eingeweiden. Letzterer Stamm theilt sich in zwei Hauptäste. Das vermittelst der Arterien im ganzen Körper vertheilte Blut wird, nachdem es

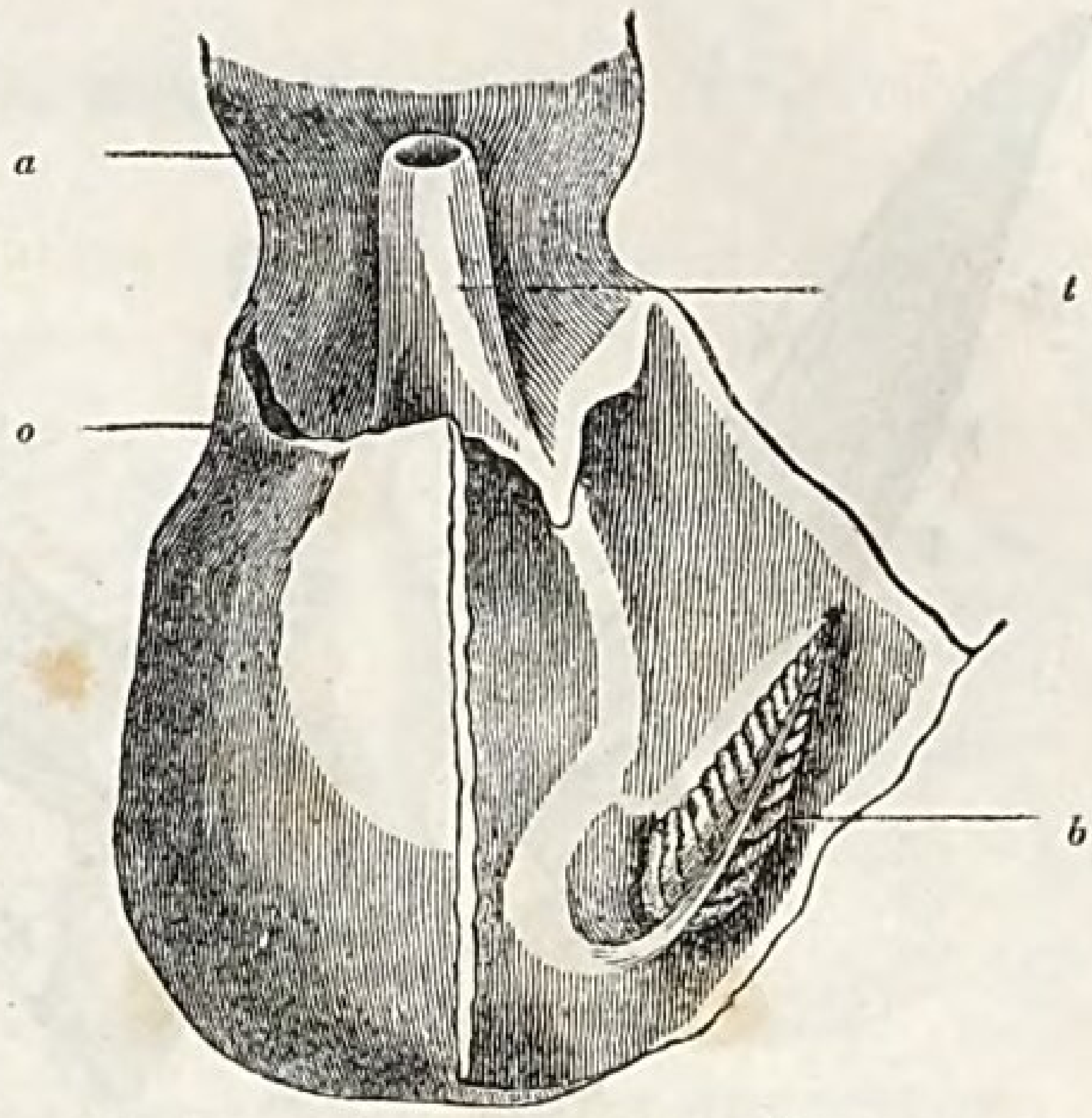


Fig. 827. Die Kiemenhöhle des Armkraken. *

* *a* Halsgegend; *o* offener Schlitz des Mantels, durch welchen das Wasser in die Kiemenhöhle eindringt; *b* die Kiemen der linken Seite, durch Oeffnung des Mantels bloßgelegt; *t* der Trichter, durch welchen das Wasser aus der Kiemenhöhle ausgestoßen wird.

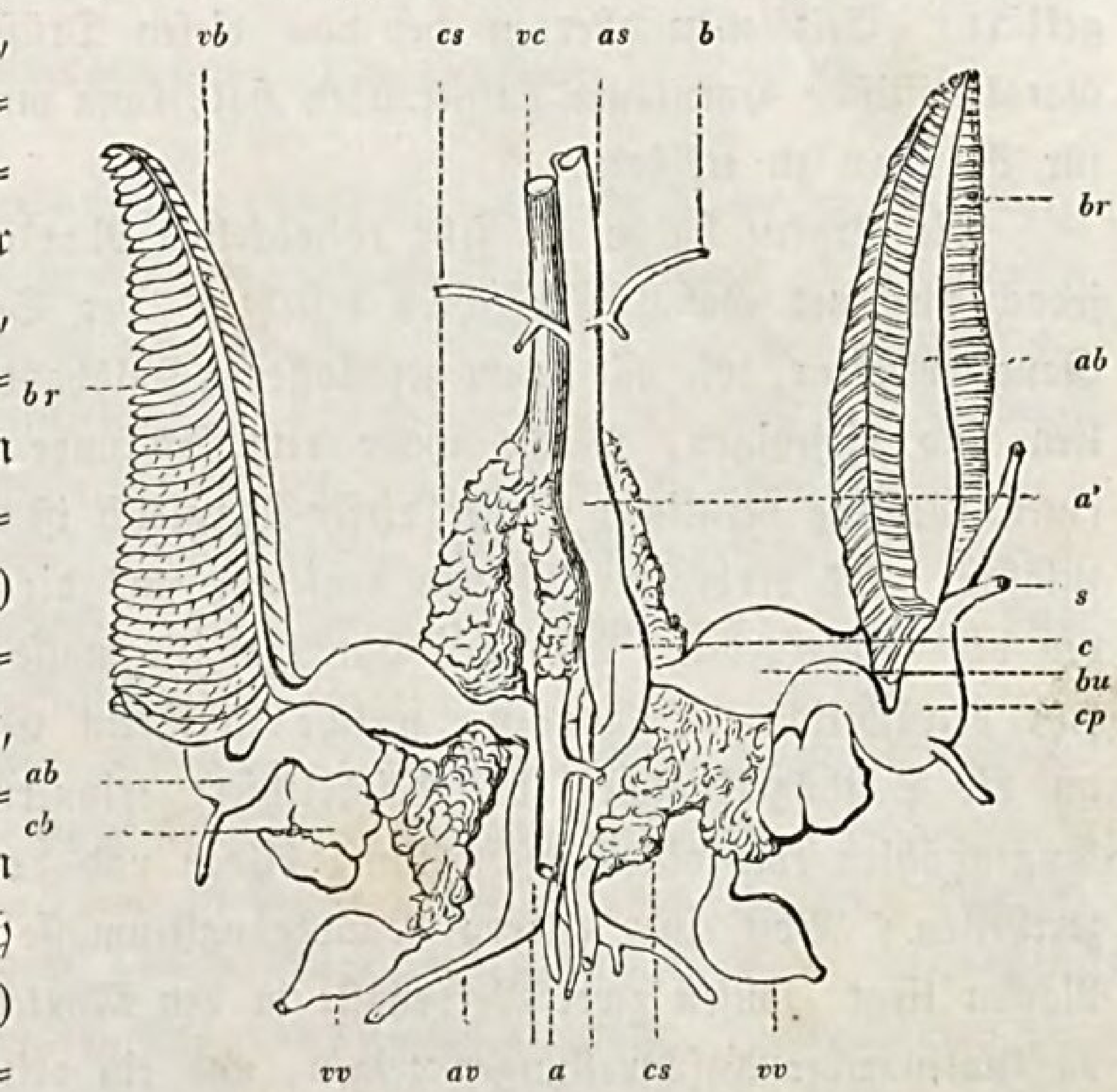


Fig. 828. Die Organe der Athmung und des Kreislaufes beim Armkraken. *

* *br* Kiemen; *ab* Kiemenarterie; *cb* venöse Kiemenherzen; *vv* Eingeweidevenen, welche sich in die sogenannten Kiemenherzen ergießen; *av* Eingeweidearterien, von der Aorta ausgehend; *a* die Bauchaorta; *cs* Niere; *bu* Kiemenvenenanschwellung; *c* das arterielle Herz; *a'* der obere Aortenschlauch; *b* Aeste der Kopfarterie; *as* Kopfarterie; *vc* Hohlvene, deren Wandungen von der schwammigen Nierenmasse umgeben sind.

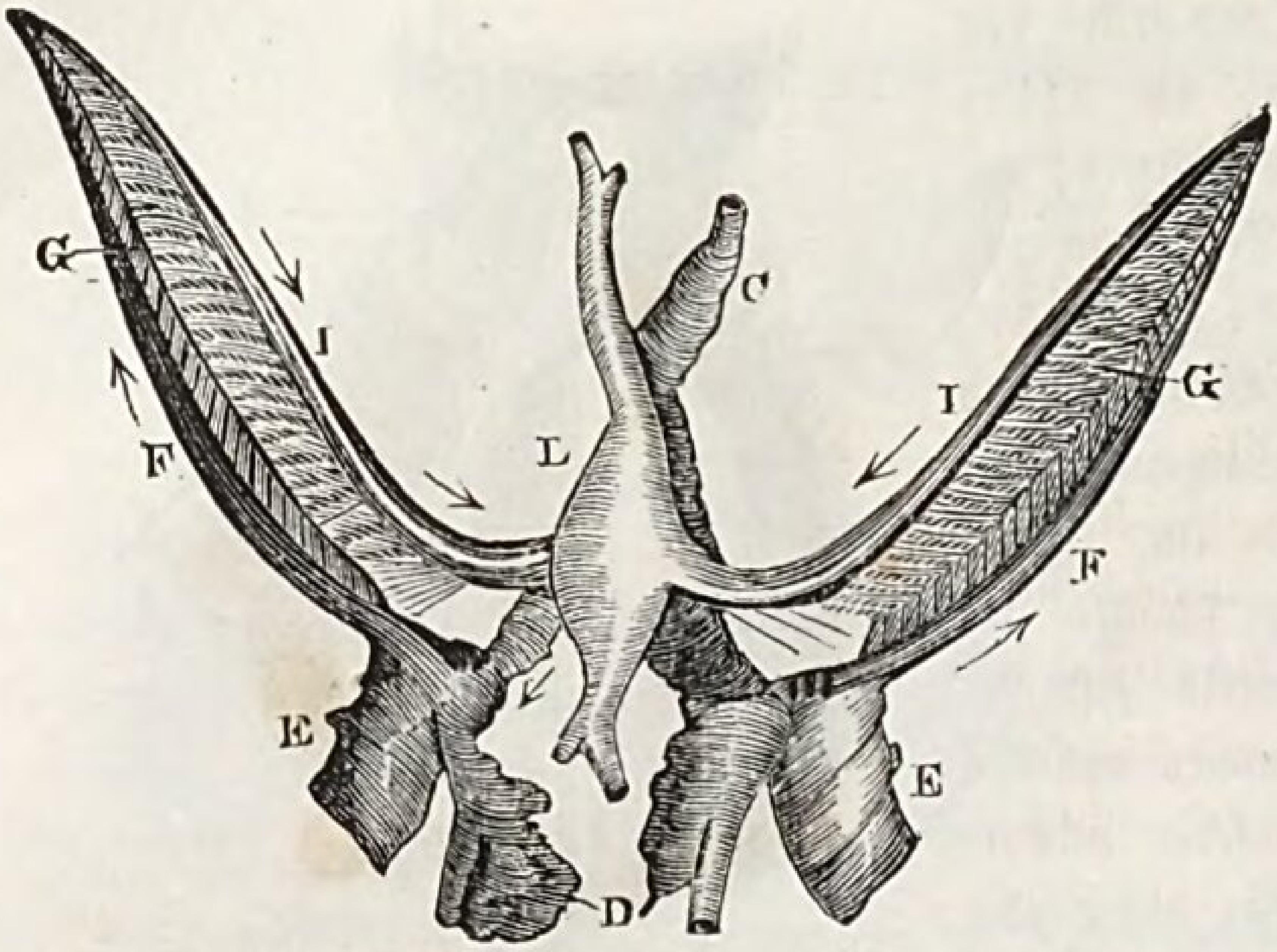


Fig. 829. Die Organe der Athmung und des Kreislaufes beim Kalmar (Loligo vulgaris). *

* C Hohlvenen; D Venenanschwellungen; EE die Kiemenherzen; F Kiemenarterien; G Kiemen; I Kiemenvenen; L Arterienherz.

seinen Zweck erfüllt hat, von Venenadern wieder aufgesammelt und den Kiemen zugeführt. Die Venen zeigen in ihrem Verlaufe hie und da bedeutende Erweiterungen (vv Fig. 828); eine besonders große derartige Anschwellung befindet sich aber am Grunde jeder Kieme. Letztere beiden Venenschläuche pulsiren ganz ähnlich wie das Herz selber und treiben das venöse Blut stoßweise in die Kiemen, weßhalb man die von ihnen auslaufenden Adern der Kiemen auch wohl Kiemenarterien nennt, sie selber aber als Venenherzen, dem Herzen der Fische und der rechten Herzkammer der Haarthiere entsprechend, betrachtet. Sonach hätten also die Kraken drei Herzen, ein arterielles und zwei venöse. Das weiße Blut dieser Thiere färbt sich an der Luft unter dem Einflusse der Kohlensäure blaulich. — Merkwürdig sind die schwammig drüsigen Massen, mit denen die Hauptvenenstämme umhüllt sind, und zu denen das Wasser aus der Kiemenhöhle, vermittelst zweier enger Eingänge am Grunde der Kiemen eintreten kann. Der Zweck dieser Organe ist noch nicht genügend aufgeklärt. Seit man aber in der von diesen Drüsen abgesonderten Flüssigkeit die charakteristische Harnsäure aufgefunden hat, kann man kaum mehr zögern, dieselben für **Nieren** zu erklären.

Die Kraken haben ein sehr entwickeltes **Nervensystem** (Fig. 830), welches jedoch nur aus Gangliengeflechten besteht. Der Schlund ist von den bedeutendsten Ganglienknoten, wie mit einem geschlossenen Halsbande, umgeben. Die dicksten Ganglien sind diejenigen, welche unter dem Schlunde liegen; man hat sie wohl mit einem Gehirne verglichen; aber dieser Vergleich ist nur in sehr uneigentlichem Sinne zulässig. Es verbreiten sich von denselben aus die sehr stark angeschwollenen Nerven der Fühlerarme. Von der Hauptganglienmasse der Rückenseite entspringen die sehr beträchtlichen Sehnerven, welche an ihrem Grunde jeder ein eigenthümliches, an die Sehhügelknötchen der Wirbelthiere erinnerndes, Wärzchen tragen, in den Augenhöhlen eine dicke Anschwellung bilden und dann sich in zahllose Nervenästchen zertheilen. Von einer andern Hauptganglienmasse, welche etwas tiefer gegen den Nacken liegt, laufen zwei Nervenäste in den Mantel hinab, in welchem sie hie und da knotenartige Anschwellungen zeigen, und ein dritter Ast erstreckt sich in die Eingeweidehöhle und schließlich bis in die Kiemen, in welchen er sich vielfach verästelt.

Von den Sinnen ist bei den Kraken sowohl das **Gefühl** ausgebildet, welches vorzugsweise in den Fühlern seinen Sitz hat, als auch das **Gehör** und das **Gesicht**, während der Geruch und vielleicht auch der Geschmack ihnen mangelt. Dem Gehöre dient ein eigenes Paar von Nerven, welche sich jederseits im Kopfe,

* Eine Sonde, welche den Verlauf der Speiseröhre andeuten soll.

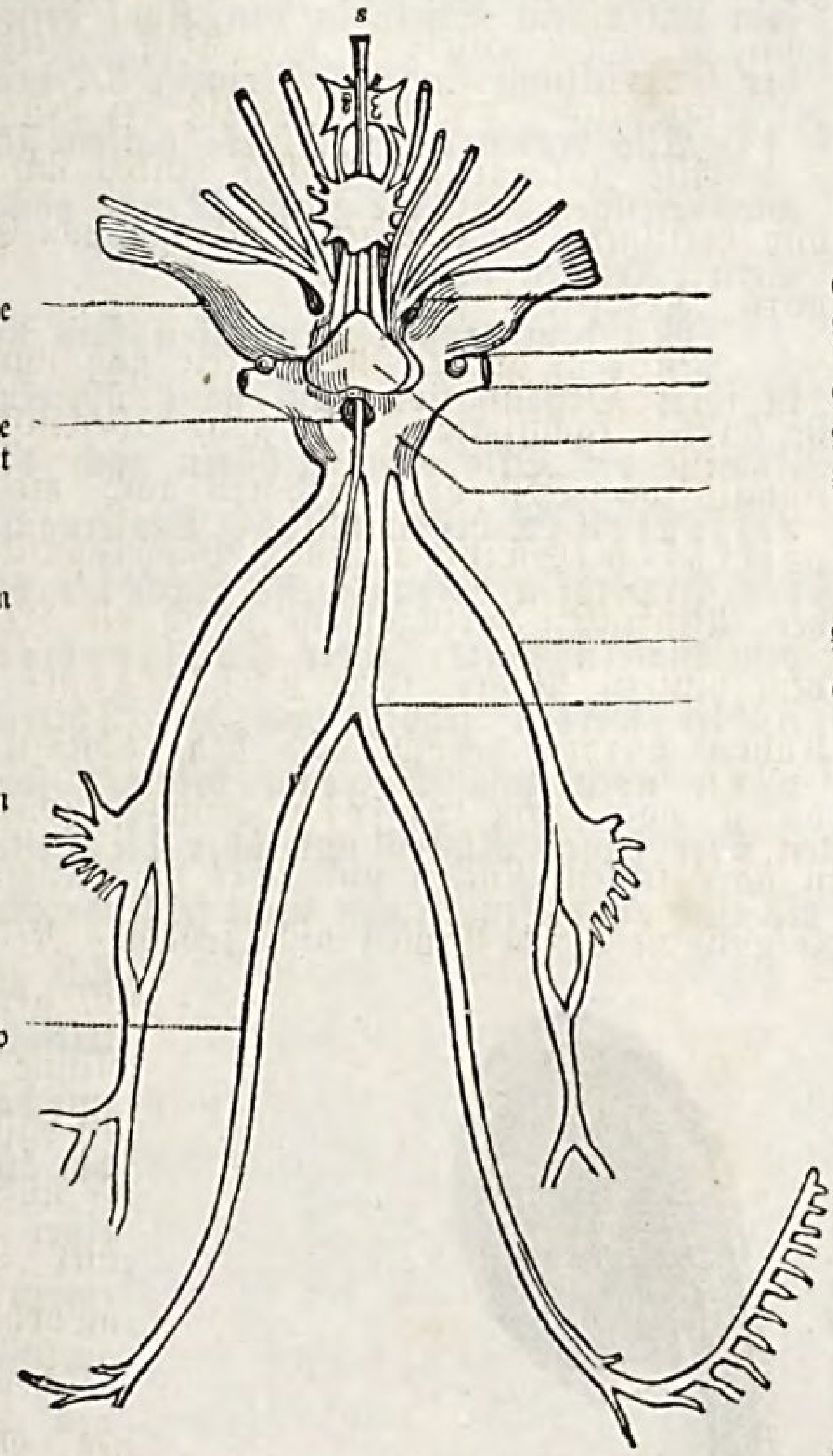


Fig. 830. Das Nervensystem eines Kraken (Sepia).

in den Wandungen eines hautigen Säckchens (Vorhof, vestibulum) verzweigen, welches keine Oeffnung nach außen besitzt und außer wässeriger Flüssigkeit nur ein Kalksteinchen (Gehörstein) enthält. Die Augen sind in ihrer Einrichtung fast ganz übereinstimmend mit den Augen der Wirbelthiere, zumal der Fische. Die Oberhaut des Kopfes überzieht sie vollkommen, ist aber an diesen Punkten völlig durchsichtig. Die Sklerotika hangt unmittelbar mit der Lederhaut selbst zusammen. Diese letztere ist im Umkreise der Augen mit einigen Falten versehen, welche sich, als eine Art von Augenlidern, zusammenschließen können.

Die Kraken pflanzen sich durch Eier fort. Das Weibchen hat einen zweifachen Eierstock, welcher nahe unter der Kiemenhöhle zu Zeiten durch eine doppelte Anschwellung äußerlich sichtbar wird. Die Eier treten durch zwei besondere Eileiter in die Kiemenhöhle und werden auf diesem Wege mit zähem Schleime dermaßen umhüllt, daß sie in traubigen Massen, Meertrauben genannt, zusammenhangen bleiben. Sehr eigenthümlich ist die Entwicklung des Embryo in den Eiern. Keineswegs verwandelt sich bei diesen, wie bei den Würmern und wie bei den übrigen Klassen der Weichthiere ebenfalls, der ganze Dotter in einen Embryo, sondern es bildet sich ein besonderer Keim, welcher den Dotter, allmählig sich vergrößernd, überwächst. Der Theil des Embryo, welcher am längsten mit dem Dotter in Verbindung bleibt, ist der Kopf; der Dotter hangt dem Embryo vor dem Maule

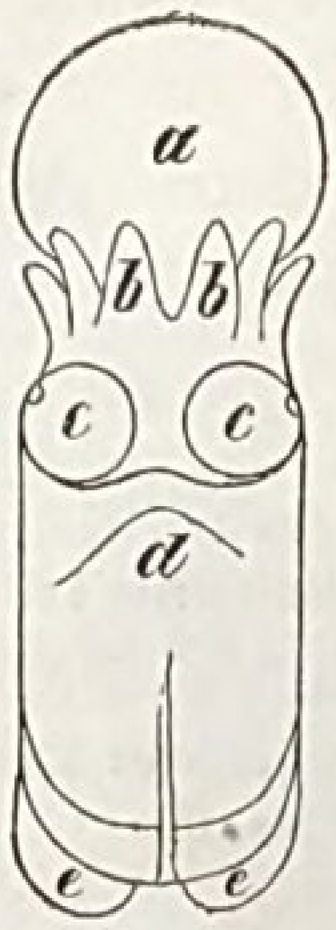


Fig. 831. Der Embryo eines Kraken (Sepia) fast ausgebildet; stark vergrößert.*

* a Dotterkugel; b Tentakeln; c Augen; d Rumpf; e Schwimmlappen.

zwischen den Fühlerarmen (Fig. 831) und dringt gleichsam mit einem Stiele in den Kopf desselben ein. Diese Art der Entwicklung findet sich einzig bei den Krakenthieren.

Alle krakenartigen Thiere halten sich nur im Meere auf und vertilgen dort eine große Menge von Schalthieren, Würmern, Krebsen u. s. w.

Mit dem großen Armkraken sind nur wenige Gattungen in ihrer Organisation fast ganz übereinstimmend. Zu der Familie der Oktopoden gehören auch die sogenannten Gondelkraken (Schiffsnautilus, Papiernautilus), welche sich vor den Armkraken vorzugsweise durch die breiten Hautlappen an dem hintern Paare ihrer Fühlerarme auszeichnen. Diese Fühler werden jedoch von den Thieren weder zum Rudern noch zum Segeln benutzt, sondern es trägt dieselben an beiden Seiten über seinen Rücken und über die Seiten seines Leibes herabgeschlagen, so daß die auch an diesen Armen nicht fehlende Reihe von Saugnäpfen sich gerade neben der Mittellinie an den Bauch legt und daselbst, sich ansaugend, die äußerst zarte Haut zu einer Reihe von Warzen emporhebt. Der Schleim, welchen die Haut am Rande des Mantels aussondert, enthält Kalk und bildet, in dem er erhärtet, auf der ganzen Manteloberfläche, eine papierdünne Kalkkruste, welche durch die Falten der Segellappen und die Saugnäpfe der Fühler eine äußerst niedliche Gestalt bekommt und eine Art gondelförmiger Schale darstellt, in welcher das Thier wohnt (Fig. 832). Dieselbe ist mit Querfalten, den Eindrücken der Hautlappen, versehen, welche an der Rückenseite zusammenlaufen, an der Bauchseite aber in buckelartigen Vorragungen, den Abdrücken der Saugnäpfe, endigen. Da die Gondelkraken einen kur=

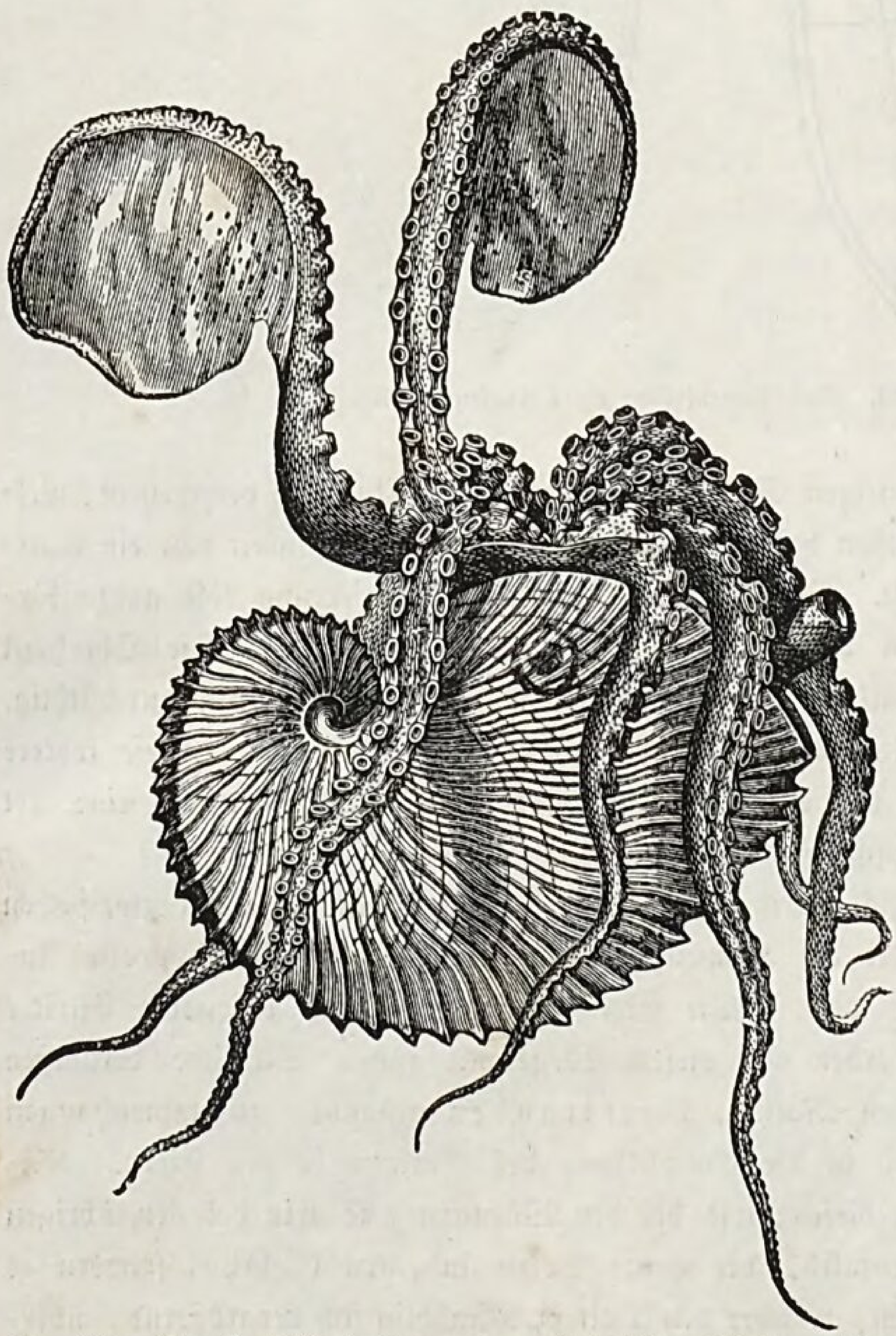


Fig. 832. Der Gondelkrake (Argonauta argo) in seine Schale zurückgezogen mit aufgehobenen Lappenarmen. — Am Bauche ragt der Trichter hervor; an der Seite schimmert das Auge durch. $1/2$ d. nat. Gr.

zen eingebogenen Rücken und gewölbten Bauch haben und schon in frühester Jugend, kaum dem Ei entschlüpft, sich mit dem Anfange dieser Schale von der Form eines schiefen Fingerhutes bedecken, und da ferner der Kalkschleim später dieses erste Schalenstück nicht verdickt, sondern immer am nur Rande des Mantels, vorzugsweise an der längern Bauchseite, sich ansetzt, so muß dadurch die ganze Schale eine gekrümmte, am hintern Ende im Alter sogar umgerollte, Form bekommen und zeigt zahlreiche äußerst zarte, keineswegs in ihrem Verlaufe mit den Falten übereinstimmende, Zuwachsungsreifen. Der zuerst gebildete Theil der Schale wird dem Thiere bald zu enge, so daß es hinter sich in derselben einen leeren Raum lassen muß, welcher, wenn es Kopf und Fühlhörner hervorstreckt, so groß wird, daß er die Schale mit sammt dem Thiere im Wasser emporhebt. Sehr häufig sieht man in manchen Meeren, unter andern im mittelländischen, ganze Flottillen von Gondelkraken in ihren Schiffchen auf der Oberfläche des Meeres treiben. Sobald aber Stürme oder andere Gefahren nahen, ziehen sich die Thiere möglichst in ihre Schale zurück, wodurch diese schwer wird und sie in die Tiefe sinken. Um schwimmend sich fortzubewegen, stoßen sie das Wasser mit Heftigkeit aus dem Trichter und treiben sich dadurch rückwärts mit großer Schnelligkeit von der Stelle. Es ist diese Weise der Fortbewegung allen Krakenthieren gemeinsam. Lange war man der Meinung, die Gondelkraken seien sämmtlich nur Weibchen. Erst neuerlich entdeckte man die Männchen, welche merkwürdiger Weise wurmförmige Thiere sind, mit Saugnäpfen an beiden Seiten besetzt, so daß sie fast wie ein von einem Fühlerarme abgerissenes Stück aussehen. Sie sitzen in der Mantelhöhle oder im Trichter, oder an den den Armen der Weibchen und wurden früher für Eingeweidewürmer gehalten. Auf dem Rücken tragen sie Kiemenzottelchen. Sind dieselben auch ganz verkümmert, so theilen sie doch manche Eigenthümlichkeiten mit den vollkommenen Kraken, z. B. die Chromatophoren der Haut.

Die Familien der Oktopoden scheint erst in der jetzigen Periode der Schöpfung entstanden zu sein; man findet keine Ueberreste oder Spuren von Thieren, welche derselben angehört haben, in vorquaternären Bodenschichten, während von den andern Kraken, welche zum Theil ebenso wenig, als die Oktopoden zur Erhaltung geeignete Organe besaßen, manche ältere Schichten die deutlichsten Spuren enthalten.

Die Familien der Loligineen (Loliginea) ist reicher an verschiedenen Gattungen, als die vorige, und weit älteren Ursprunges in der Schöpfung. Die hieher gehörigen Thiere zeichnen sich aus durch zwei lange peitschenartige, nicht mit Saugnäpfen besetzte Fühler, welche innerhalb des Kreises der acht gewöhnlichen, Saugnäpfe tragenden Fühler zu beiden Seiten des Mundes stehen und sich an ihrem Ende in ein blattförmiges Läppchen ausbreiten, welches letztere mit Saugnäpfen versehen ist. Mit Hülfe dieser Organe sind die Loligineen, welche also im Ganzen zehn Fühler haben, im Stande nach entfernten Gegenständen zu greifen und sich gleichsam fest zu ankern.

Zu dieser Familie gehören die Loligopsis, Sepiolen, Sepien und Kalmare (Fig. 833 — 835), welche sämmtlich sich durch Flossen auszeichnen, die durch muskulöse Hautlappen längs der Seiten oder am hintern Ende ihres Bauches gebildet sind. Die genannten Thiere sind nackt und ihre bunte Haut zeigt oft den prachtvollsten Farbenwechsel. In der Muskulatur ihres Mantels liegt in der Mittellinie des

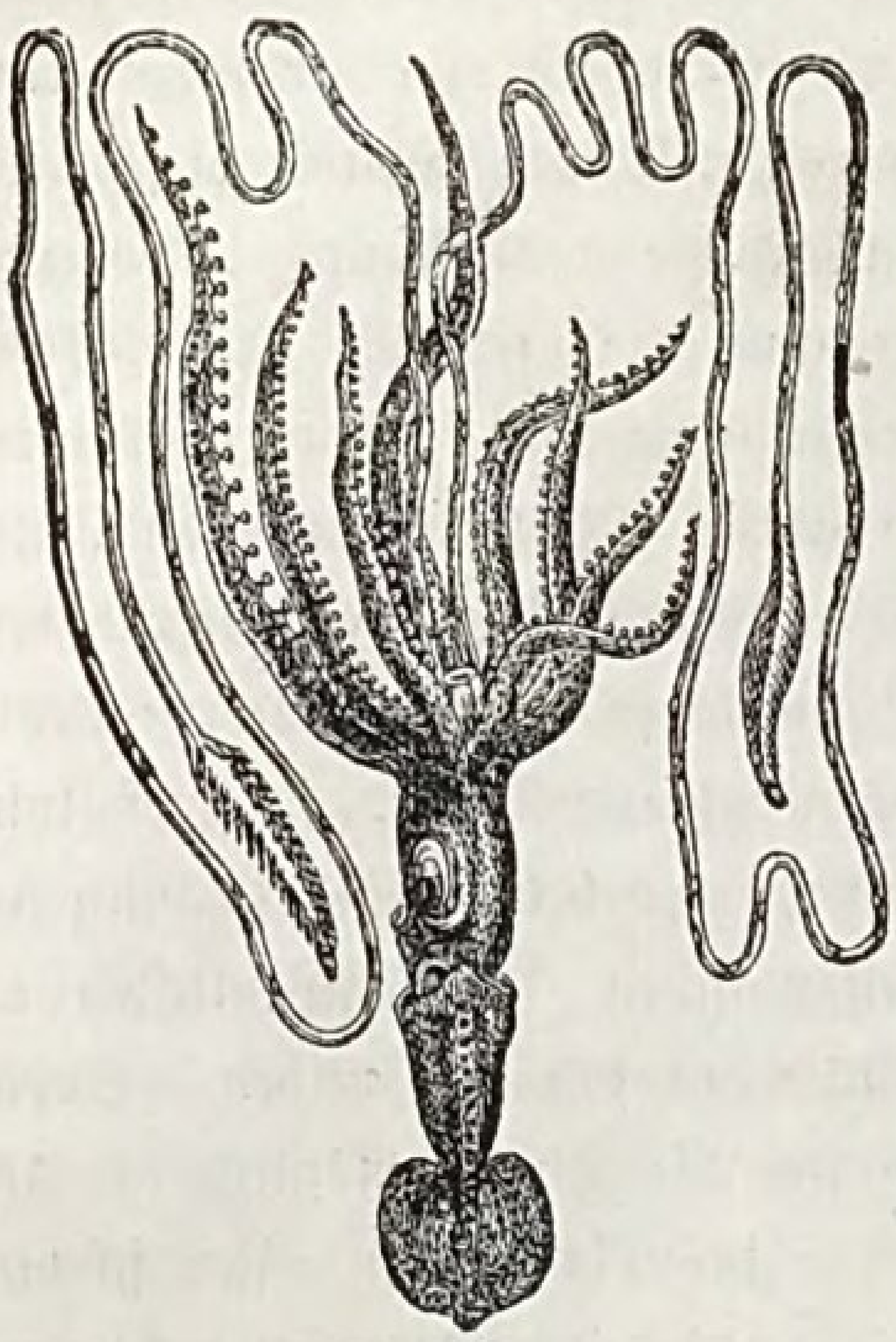


Fig. 833.
Loligopsis Veranii. — 1/4 d. nat. Gr.

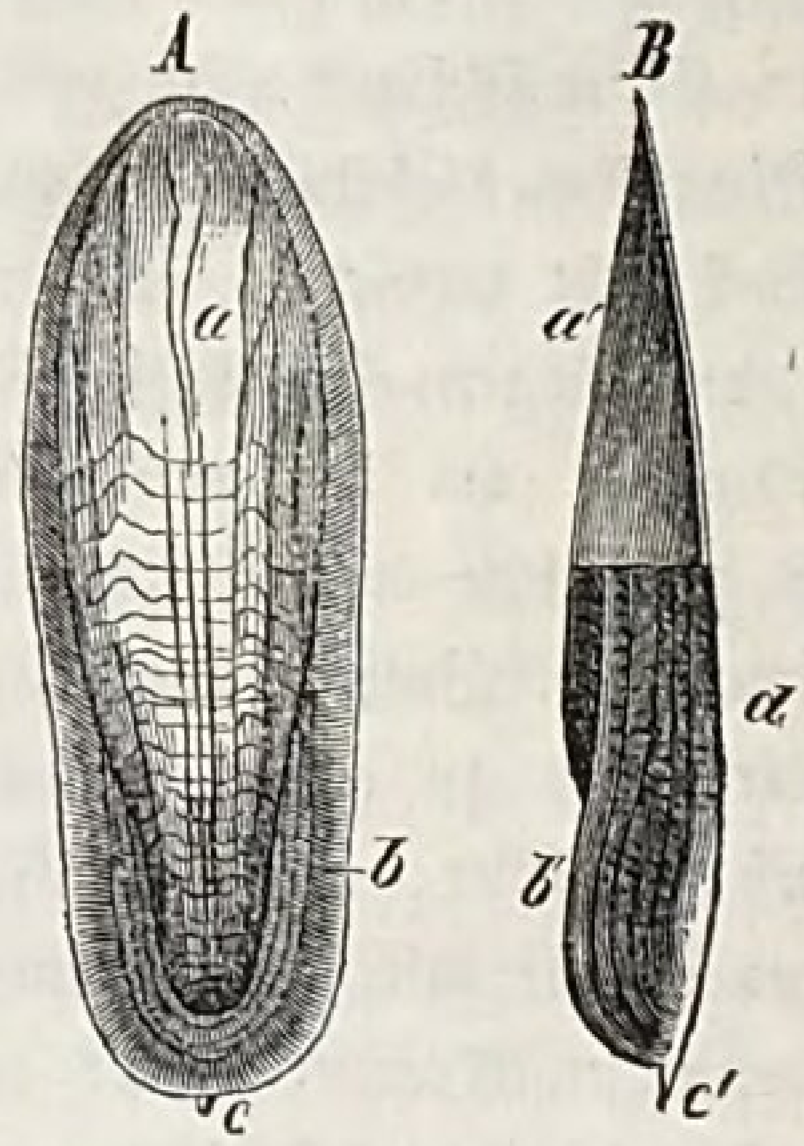


Fig. 834. Eine Sepienschulpe (os sepiæ) von **Sepia officinalis** 1/3 d. nat. Gr.

* **A** die Schulpe von der innern Fläche; *a* der lamellöse Theil; *b* der Rand des festen Knochenblattes; *c* die Spitze. — **B** die Schulpe von der Seite, am obern Theile senkrecht geschnitten; *a'* der lamellöse Theil; *b'* der Rand des festen Knochenblattes; *c'* die Spitze; *d* die granulirte Rückenfläche des Knochenblattes.

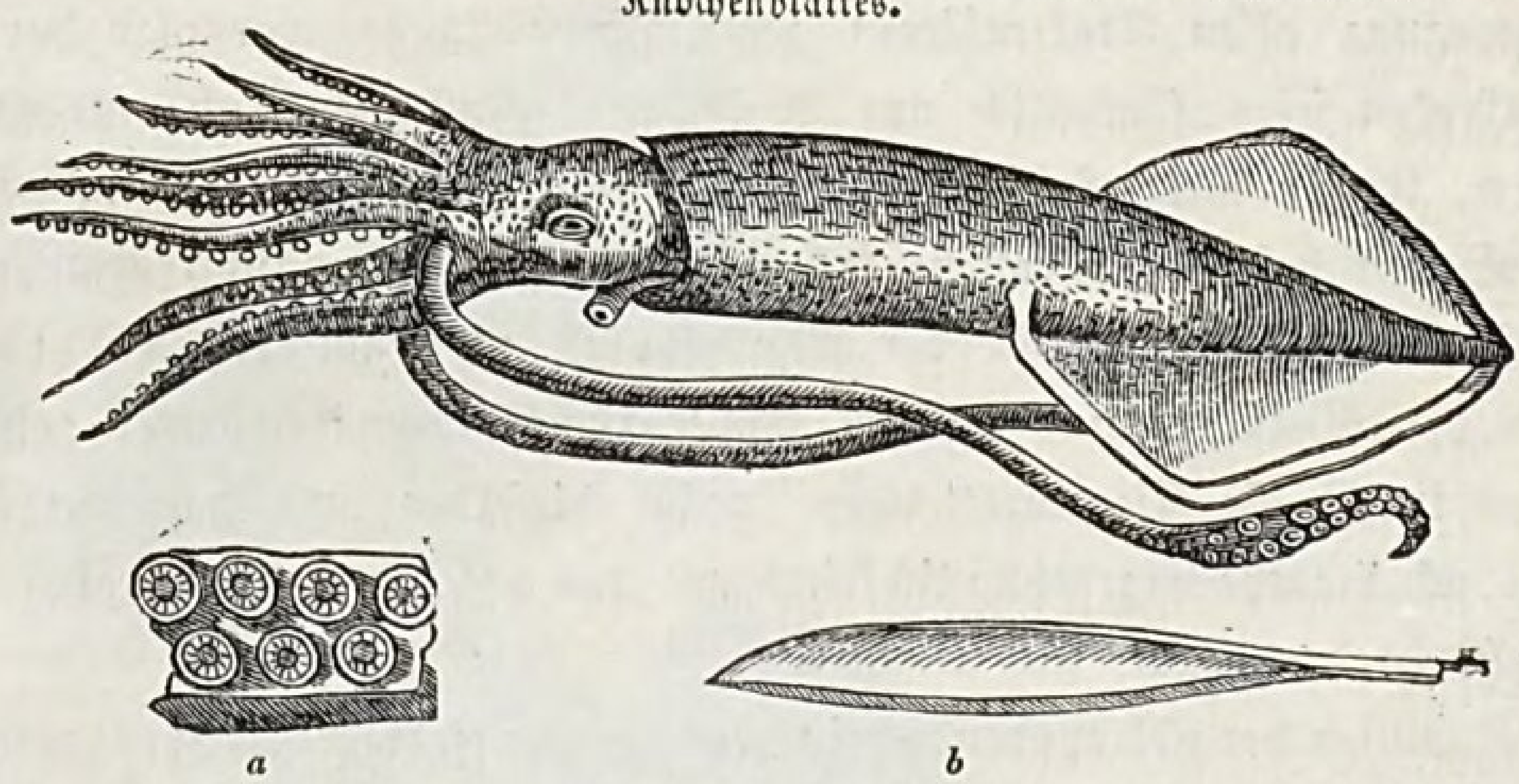


Fig. 835. Der gemeine Kalmar (**Loligo vulgaris**). — 1/3 d. nat. Gr.
a Einige Saugnäpfe, vergrößert; — *b* die Hornschulpe in richtigem Verhältnisse.

Rückens eine knochenartige Stütze. Bei den eigentlichen Sepien ist diese Stütze eine flach schildartig gewölbte, länglich eiförmige, beinharte Schulpe mit körneliger Oberfläche (Fig. 834), unten in eine Stachelspitze auslaufend und an der etwas hohlen Innenfläche bedeckt mit einer unendlichen Menge äußerst dünner in gleicher Lage über einander liegender und durch Tausende von kleinen hohlen Säulchen gestützter Kalkblättchen. Da die zarte, trocknem Hollundermarke ähnliche, Masse dieser Blättchen und Säulchen zum Reiben geeignet ist, so bedient man sich der Schulpen unter dem Namen Os sepiae (Sepienknochen) zum Poliren. — Die Kalmare (Fig. 835) haben als Stütze ihrer Muskeln, anstatt der Schulpe der Sepien, ein der Länge ihres Rumpfes entsprechendes, degenartig schmales Hornblatt. — Das Geschlecht der Krallensepien (Onychoteuthis) zeichnet sich dadurch aus, daß die längeren Fühler an ihren blattförmigen Lappen nicht eigentliche Saugnäpfe tragen, sondern nur kleine ringförmige Wulste, welche in krallenartige Haken auslaufen und somit noch vollkommenere Greifwerkzeuge bilden.

Bei den Sepien liegt der Tintenbeutel nicht in der Leber, sondern mehr im Hinterende des Bauches. —

Die **Spirula** ist ein kleines sepienartiges Thier, dessen Mantel sich schon im Ei durch Verhärtung von Kalkschleim in der Haut selber mit einer zarten, schief fingerhutförmigen, perlmutterartigen Kalkschale bedeckt. Diese Schale kann das Thier nicht verlassen, wie der Gondelkrake die seinige, sondern es ist fest darin angeheftet. Da dieselbe aber natürlich, sobald der Umfang des Bauches wächst, zu enge wird, so rückt die Spirula von Zeit zu Zeit, indem sie sich häutet, in dem engen Raume ein wenig vorwärts, wobei jedoch ein dünner sehniger und von Blutgefäßen durchzogener Strang, der sogenannte Siphonalstrang, im Grunde der Schale angeheftet bleibt und verhindert, daß das Thierchen letztere ganz verliere. Der Mantel setzt nun, soweit er aus der Schale hervorragt, einen Zuwachs von Kalk vor dem Rande derselben ab und auch das hintere, frei in den leer gewordenen innersten Raum hineinragende Ende des Mantelsackes bekommt ebenso, wie auch der Siphonalstrang, eine neue Kalkschale. Bei abermaligem Vorrücken des Thieres bleibt somit in der Schale eine gewölbte Scheidewand zurück, von welcher an der Stelle, wo der Siphonalstrang sich befindet, eine enge Röhre bis zum Grunde der durch diese Scheidewand abgeschlossenen Kammer hinabragt. Diese Röhre heißt **Sipho**. Der Siphonalstrang bleibt an seinem ursprünglichen Befestigungspunkte angeheftet und längt sich bei jeder Vorrückung des Thieres mehr und mehr. Bei jeder Vorrückung wird die Schale an ihrem Rande verlängert und eine neue Scheidewand in dem leer gewordenen Theile derselben zurückgelassen. Es entsteht auf diese Weise ein langes, röhrenförmiges und wegen der ursprünglichen Schiefheit der Schale sich hinter dem Rücken des Thieres in Form eines Gewindes aufrollendes gekammertes Gehäuse, dessen Scheidewände mit ihren spitz trichterförmigen Siphonalröhren in einander stecken. In der vordersten Kammer steckt der Bauchsack der Spirula, der Kopf mit den acht kurzen und zwei etwas längeren und dickeren Fühlerarmen ragt aus derselben hervor und ein nach hinten zurückgeschlagener breiter Mantellappen umhüllt dieselbe theilweise und setzt auf der zarten Perlmutterschale noch eine rauhe körnelige Kalkschicht ab. Der Siphonalstrang läuft durch alle Windungen des Gehäuses, und zwar liegt er an der Gewindeseite desselben, dem **Rücken** des Thieres entsprechend. Obgleich die Spirula (Fig. 836) nur ein kleines Thierchen ist und nur im indischen Oceane und andern Meeren Asiens lebt, so ist dieselbe uns doch sehr wichtig, wegen der Aufklärungen, welche ihre Organisation uns gibt über die wahrscheinliche Natur gewisser ausgestorbener Loligineen.

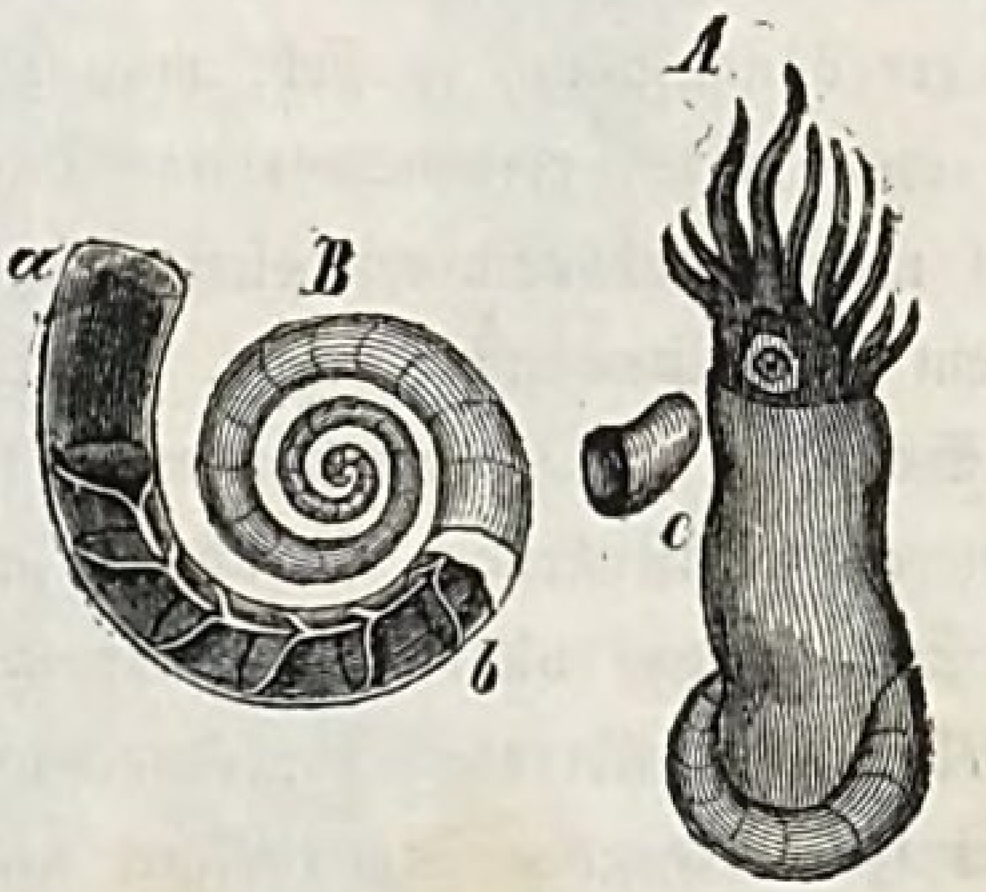


Fig. 836. Die Spirula (**Spirula Peronii**). *

* *A* Das Thier mit seinem Gehäuse. — 1/2 d. nat. Gr. — *c* Die erste (älteste) Kammer, der Anfang des Gehäuses; — *B* Das Gehäuse in nat. Gr. — Von *a* bis *b* sind die Kammern durch Wegnahme der einen Wandung geöffnet, so daß man die Scheidewände und den Siphonaltrichter sieht.

Die Loligineen früherer Schöpfungsperiode. — Sepienartige und kalmarartige Thiere haben bereits während der Bildung der Oolithformation existirt. Man findet von ihnen in den Schichten der genannten Formation sowie in denen der Kreide- und Tertiärgebirge nicht allein Schulpen, sondern gar nicht selten auch ganze Tintenbeutel (Fig. 837) mit verhärteter Tinte, welche man in ihrem Zustande

jetzt noch als Malerfarbe benutzen kann. In manchen Gesteinen sind auch die zarten hornigknorpeligen Ringe, welche den Rand der Saugnäpfe an den Fühlhörnern der Loligineen bilden, noch deutlich zu erkennen, und mitunter haben sogar die Fühlerarme selbst und die weichen Theile des Mantels bemerkbare Abdrücke zurückgelassen. Nur aus solchen Abdrücken und Ueberbleibseln kennt man die eigenthümlichen Dornensepien (Acantholeuthis), welche sich dadurch von allen andern bekannten Kraken unterscheiden, daß sie an allen, auch den acht kurzen, Fühlhörnern eben solche Krallen, anstatt der Saugnäpfe, trugen, wie gegenwärtig die Krallensepien an den beiden längern allein.

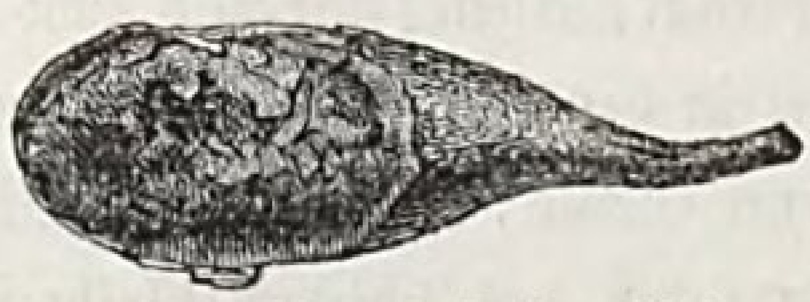


Fig 837. Der Tintensack einer Belemnosepia aus der Oolithformation.

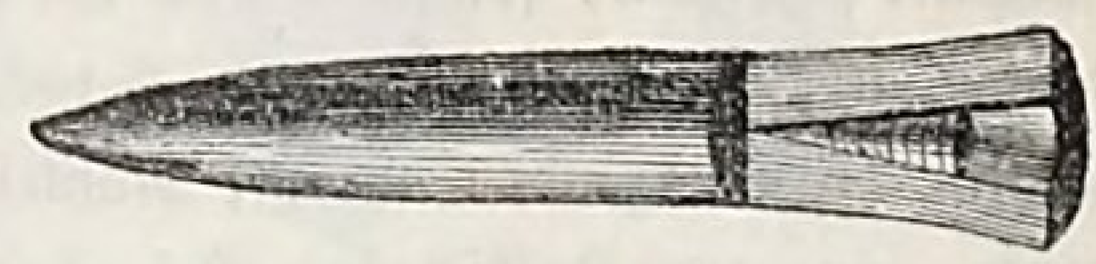


Fig. 838. Ein Belemnit oder Donnerkeil (Belemnites sulcatus) aus der Oolithformation, am obern Theile geöffnet, um die Alveole mit dem Alveoliten zu zeigen.

Wichtiger als alle jene Ueberreste vorquaternärer Sepien sind die sogenannten Belemniten (Fig. 838), die Gehäuse einer gänzlich ausgestorbenen Gruppe von Thieren, welche man Belemnosepien genannt hat und von deren Organisation wir nach ihren, in größter Häufigkeit die Gebirgsschichten mancher Gegenden erfüllenden, Ueberbleibseln uns eine vollkommene Vorstellung zu machen vermögen. Die Belemniten, im gewöhnlichen Leben in Folge eines alten Mißverständnißes „Donnerkeile" genannt, sind steinerne Körper von finger= oder zapfenförmiger Gestalt, meistens an einem Ende zugespitzt, am andern Ende mit deutlichen Spuren eines Abbruches oder einer Verdrückung versehen. Am verdrückten Theile erstreckt sich sehr häufig noch eine lang trichterförmige Höhlung oder Alveole in den Steinzapfen hinein, welche mit erdiger oder anderer mineralischer Masse ausgefüllt ist. Die Ausfüllungsmasse heißt der Alveolit. Durchspaltet man einen solchen Belemniten der Länge nach, so sieht man oft, daß er innerhalb der trichterförmigen Höhlung eine zarte, perlmutterartige Schale mit zahlreichen Querscheidewänden besaß, indem man sowohl Spuren dieser Schale selbst, als auch Abdrücke der Scheidewände an dem Alveoliten wahrnimmt. Der steinerne Donnerkeil selber aber, welcher wie eine Scheide den Alveoliten umgibt, besteht aus einer großen Menge scheidenartig in einandersteckender Schichten, deren innerste die kürzesten sind, und zwar in dem Sinne, daß nicht allein ihre Spitze mehr und mehr von der äußeren Spitze des Belemniten überragt ist, sondern die innersten erreichen auch den abgebrochenen der Spitze entgegengesetzten Rand nicht, sondern erstrecken sich nur bis zu einem kleinern und immer kleinern Theile der Alveole. Die einzelnen Schichten der Scheide, welche bald aus Kalkspath mit thierischem Oele ganz durchdrungen und dadurch bräunlich gefärbt, oft selbst danach übelriechend, bald aus Kiesel bestehen, haben eine faserige Bildung und die sehr feinen und kurzen Faserchen stehen alle strahlenförmig von der Mittelachse des Belemniten gegen seinen Umfang gerichtet. Auf dem Querbruche erscheinen die Schichten als Ringe mit gemeinsamem Mittelpunkte um einander und die Faserchen stehen strahlenförmig um diesen Mittelpunkt. Hie und da, besonders an einigen vorzüglich günstigen Fundorten, findet man die Belemniten vollständiger, indem an dem verdrückten Ende sich eine die Länge des steinernen

Zapfens um das mehrfache übertreffende Fortsetzung des zarten mit Querscheidewänden versehenen Gehäuses zeigt, dessen spitzes Ende in der Alveole verborgen ist. Nicht allein hat man mitunter den letzteren Theil des Gehäuses innerhalb der ihn umgebenden und schützenden Alveole ganz wohlerhalten, mit leeren Kammern zwischen den Scheidewänden angetroffen, sondern einzelne glücklich erhaltene Exemplare zeigen auch eine lange Reihe von in einander steckenden Siphonalröhren längs derjenigen Seite des immer etwas schiefen Gehäuses, welche die kürzere ist. Mitunter trifft man kürzere oder längere Bruchstücke der gekammerten Alveoliten mit Steinmasse erfüllt ohne die dazu gehörige Scheide. Dazu kommt noch die Auffindung von solchen Belemniten, welche innerhalb der ganz verdrückten Ueberreste des zarten Gehäuses oberhalb des gekammerten Theiles einen vollkommenen Tintenbeutel mit noch brauchbarer Sepia enthalten, endlich die Entdeckung sogar von Abdrücken weicher Körpertheile, sowohl oberhalb der gekammerten Schale, als auch in der Umgebung der steinernen zapfenförmigen Scheide, und es kann uns kein Zweifel über die wahre Natur der **Belemnosepien** (Fig. 839) mehr bleiben. Dieselben waren im Ver=

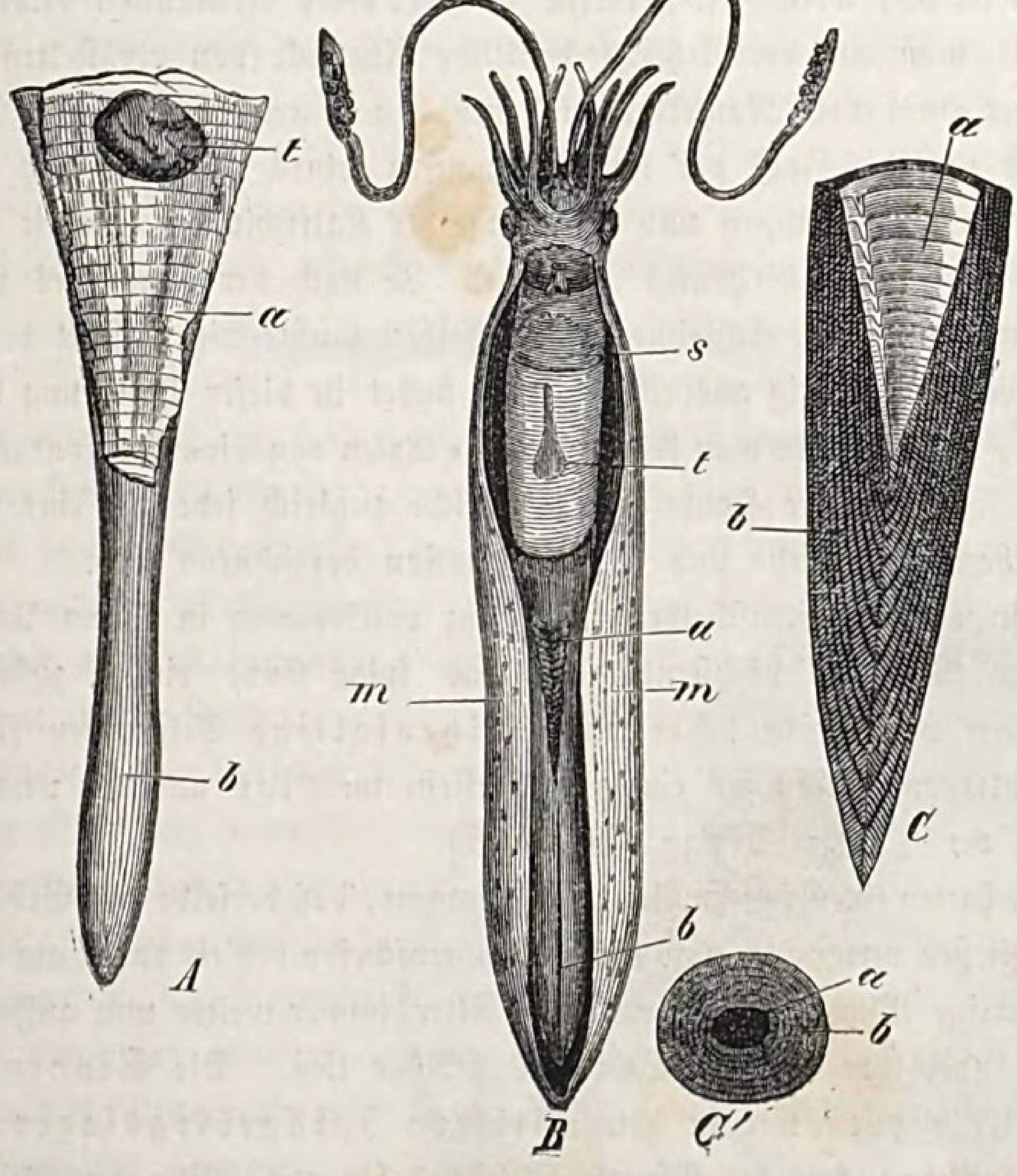


Fig. 839. Belemnosepia.

A Ein besonders wohl erhaltener Belemnit (**Belemnites ovalis**) aus dem Lias; *t* ein Rest des Tintenbeutes; *a* zerdrückte Ueberreste des zarten gekammerten Gehäuses; *b* der Donnerkeil.

B Vermuthliche Form der Belemnosepien. Die innern Organe sind zum Theil durchscheinend gezeichnet; *s* obere Grenze des zarten Gehäuses, dessen unterer Theil in *a* die durchscheinend gezeichneten Kammerwände mit dem Siphonalröhrchen besitzt; *t* wahrscheinliche Lage des Tintenbeutels; *b* der Donnerkeil, dessen äußerste Schichten sich oberhalb *a* so weit erstreckten, als die dunklere Schattirung sich erstreckt *m* der; Mantellappen, dessen Produkt die Kalkmasse des Donnerkeiles zu sein scheint

C Ein Donnerkeil durchgespalten, um die Lage der Schichten und die faserige Textur zu zeigen; *a* Alveole mit Spuren der Kammerscheidewände und den Siphonaltrichtern, nach Einem ausgezeichnet erhaltenen Exemplare von den Klippen bei Helgoland; *b* Donnerkeil.

C' Ein Querschnitt des Donnerkeiles am obern Theile durch die Alveole gelegt; *a* Alveole, *b* Donnerkeil; es sind die concentrischen Schichten und Fasern dargestellt.

hältnisse zu den erhaltenen Belemniten jedenfalls sehr große Thiere; manche müssen, nach dem Vorkommen von 1 — 2 Schuh langen Steinscheiden eine Länge von vier bis sechs Schuhen erreicht haben. Sie steckten mit dem spitzen Hinterende ihres Bauchsackes in einem zarten Gehäuse durch dessen leeren gekammerten Theil sich an der kürzern Bauchseite (also der Lage desselben bei der Spirula gerade entgegengesetzt) der Siphonalstrang hindurchzog. Dieses Gehäuse war, abgesehen von der Größe, von dem der Spirula nur durch geringere Schiefheit unterschieden, welche nicht genügte, um eine Krümmung oder gar eine Aufrollung desselben zu bewirken. Die erhaltenen Spuren der Schale beweisen, daß dieselbe äußerst zart, feiner als Papier gewesen sein muß, so daß sie, unbedeckt, stets der Zertrümmerung ausgesetzt gewesen wäre. Allein dieselbe war auch keineswegs unbedeckt, sondern eine, vermuthlich wie der Kragen eines Mantels vom Halse herabgeschlagene, lappenartige Mantelfalte, ähnlich derjenigen, welche der Nautilus (Fig. 837, m) an seinem Nacken trägt, ähnlich aber besonders den Mantellappen, mit denen die Spirula fast ihr ganzes Gehäuse bedeckt, hüllte das ganze Gehäuse ein und setzte auf demselben vorzugsweise am untern Ende vermittelst der Schleimdrüsen des Mantelrandes Schichten von Kalkschleim ab, welche die steinerne Scheide des Belemniten bildeten. Manchmal bemerkt man an der letztern deutliche Abdrücke von verästelten Blutgefäßen, welche in der Haut des Mantellappens enthalten waren (Fig. 841). So wie das Thier wuchs und die Zahl der leeren Kammern seines Gehäuses sich vermehrte, so wuchs auch der Mantellappen und die Länge der Kalkschichten, womit derselbe scheidenartig die Spitze des Gehäuses umhüllte. Je nach der Form des Mantellappens und der Anordnung der Schleimdrüsen desselben mußte die Gestalt der Belemnitenscheide sehr verschiedenartig ausfallen. Man findet in dieser Beziehung die vielfachsten Unterschiede, nach welchen man sehr zahlreiche Arten von einander sondert. Besonders merkwürdig sind folgende Hauptformen, welche zugleich jede für eine eigene gewisse Schichtenreihe der Oolith- und Kreideformation bezeichnend sind.

Die einen Belemnitenscheiden sind ganz vollkommen in ihrem Umfange, ohne Furchen und Rinnen, höchstens zeigt das spitze Ende einige zusammenlaufende Falten. Diese heißen schlichte und spitzenfaltige Belemniten (Lævigati und Apice sulcati) und finden sich einzig und allein im Lias und den untern Schichtenreihen der Juragebirge (Fig. 838).

Andere hatten einen so schmalen Mantellappen, daß derselbe das Gehäuse nicht völlig zu umschließen vermochte, und die Belemnitenscheide behielt daher auf der Bauchseite eine spaltenartige Rinne, welche mit dem Alter immer weiter und auffallender wurde und die Ränder der inneren Schichten sichtbar ließ. Die Rinnenbelemniten (Canaliculati) werden nur in den mittlern Juragebirgslagern angetroffen.

Eine kürzere, von der Alveole höchstens bis zur Mitte der Belemnitenscheide erstreckte Rinne, welche mehr einer tiefen Längsfalte gleicht und nie die innern Schichten sehen läßt, zeigen die Furchenbelemniten (Basi sulcati), welche in allen Juraschichten zwischen dem Lias und der Kreideformation vorkommen (Fig. 840.)

Endlich diejenigen Belemniten, welche als ausgezeichnete Erkennungsmerkmale der Kreideformation gelten können, besitzen längs der Alveole einen feinen, völlig durchgehenden Spalt. Man kennt den sicher sehr bestimmten Zweck dieser Einrichtung nicht. Die Spaltbelemniten (Basi fissi) scheinen überhaupt in ihrer Orga-

nisation ziemlich bedeutende Eigenthümlichkeiten gehabt zu haben, weßhalb man ihre Scheiden zum Unterschiede auch wohl Belemnitellen (Belemnitella) genannt hat (Fig. 841).

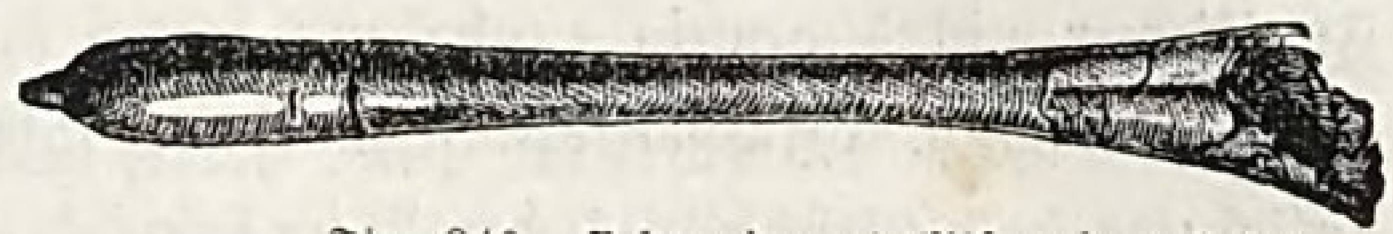


Fig. 840. Belemnites pistilliformis aus den Juraschichten.

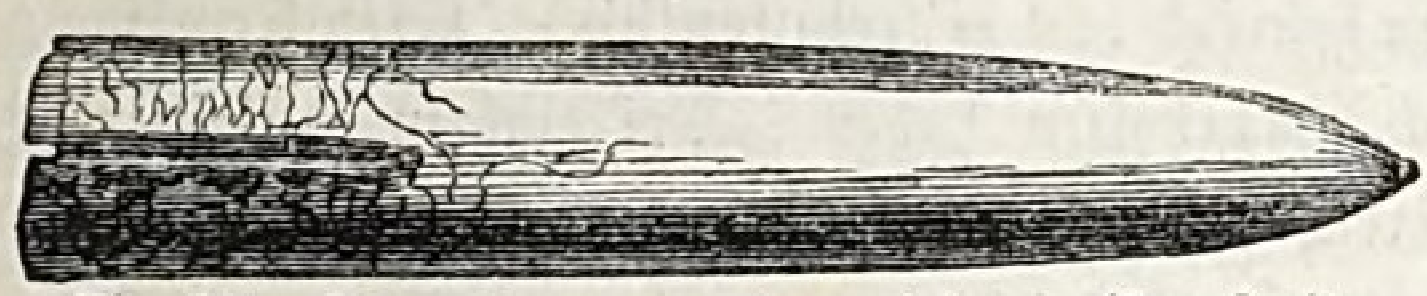


Fig. 841. Belemnites mucronatus aus der weißen Kreide.

Die Belemnosepien haben vor der Oolithformation durchaus nicht existirt und mit dem Ende der Kreideformation ebenso entschieden ihr völliges Ende erreicht; ja ihre Existenz kann als Grenzmarke betrachtet werden, welche beide Formationen von den ältern sowohl, als von den jüngern sondert und abscheidet. Die ungeheure Menge, in welcher die Belemniten in manchen Schichten vorkommen, läßt uns vermuthen, daß diese Thiere zu ihrer Zeit eine wichtige Rolle im Haushalte der Natur versahen, indem sie einestheils eine außerordentliche Menge von Schalthieren, Krebsthieren und Fischen zu ihrer Nahrung bedurften, anderntheils aber die Existenz der Ichthyosauren, Plesiosauren und anderer gewaltigen Thiere bedingten, denen sie zur Beutedienten.

Zweite Ordnung.

Die Vierkiemer. Tetrabranchiata.

Der Nautilus (Fig. 842), welcher in den Meeren der mollukkischen Inseln Asiens angetroffen wird, ist das einzige in der jetzigen Schöpfung lebende Thier aus der Klasse der Kraken, welches vier Kiemenblätter in der Kiemenhöhle enthält, zwei auf jeder Seite, welches dagegen keine Venenherzen unter denselben und keinen Tintenbeutel besitzt. In allen übrigen Theilen der innern Organisation stimmt dieses Thier fast ganz mit den zweikiemigen Krakenthieren überein. Aeußerlich unterscheidet es sich zunächst durch die Bildung seiner Fühler sehr bedeutend von jenen. Es trägt nämlich, statt der schlangen- oder peitschenförmigen Greifarme der Oktopoden und Loligineen, um den Mund kurze, breite Lappen und

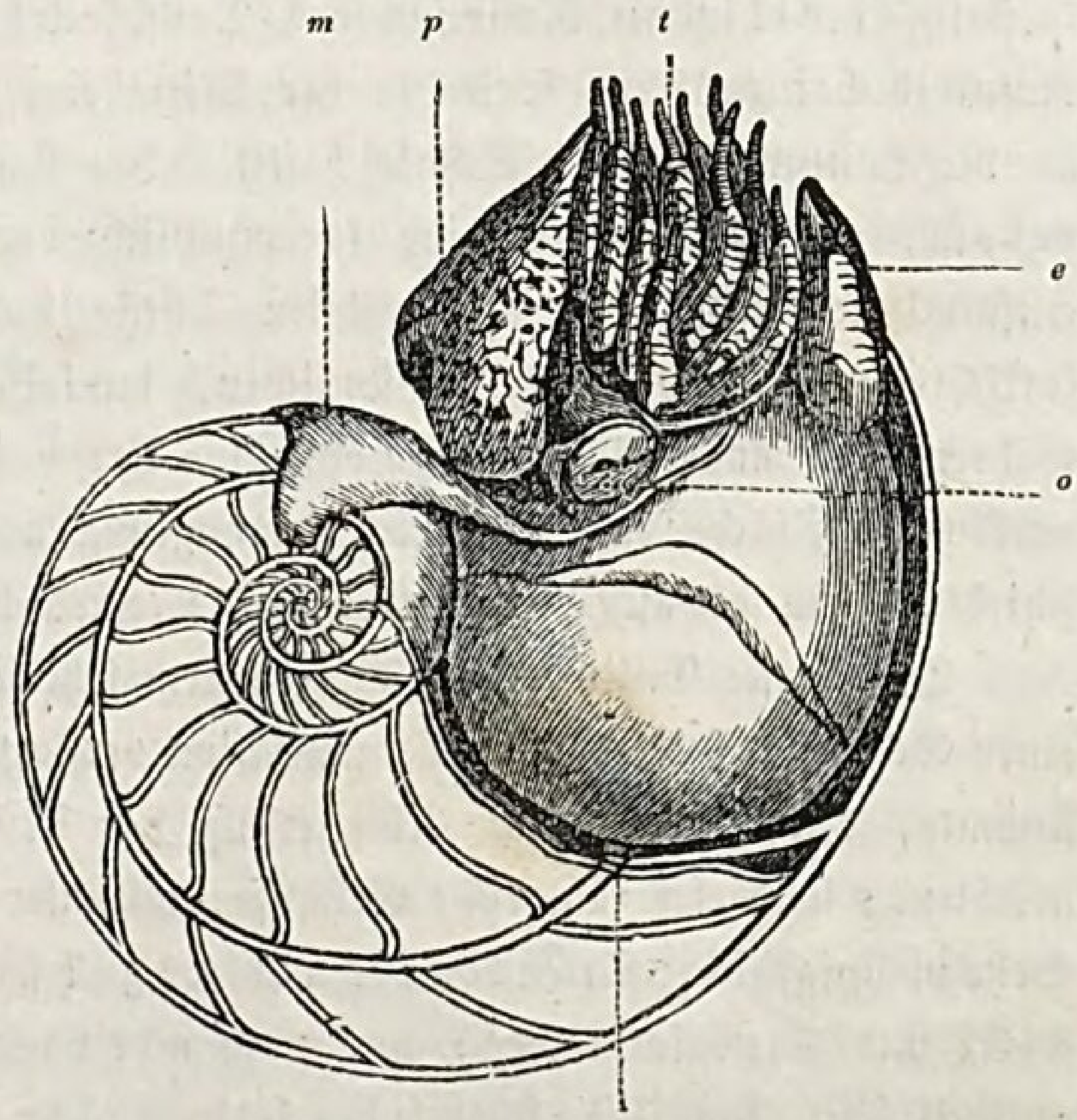


Fig. 842. Der Nautilus (Nautilus pompilius). * 1/3 nat. Gr.

* Das Gehäuse ist durchschnitten, das Thier aber so gezeichnet, wie es in demselben liegt. — *t* Fühlfädenranken; *e* Trichter; *o* Augen *s* Siphonalstrang; *m* ein im Nacken zurückgeschlagener Mantellappen; *p* kapuzenförmiger Mantellappen; an der Seite des Thieres befindet sich die ohrartige Falte zur Anheftung des Gehäuses.

an diesen, anstatt Saugnäpfchen, eine große Menge (gegen hundert) kurzer beweglicher und ganz einziehbarer, zäpfchenförmiger Fühlfäden (tentacula). Diese Organe scheinen auf den ersten Blick mit den Fühlerarmen und Saugnäpfen der Zweikiemer nichts gemein zu haben; jedoch sind sie in merkwürdiger Weise mit einander verwandt. Zu dieser Vermuthung führt uns die Eigenthümlichkeit gewisser Loligineen des Geschlechtes der Rankensepien (Cirrhoteuthis), deren Erwähnung wir ausdrücklich für diesen Vergleich vorbehalten haben. Bei einigen Loligineen ist der Rand der Saugnäpfchen hautig breitsaumig, und glöckchen- oder schröpfkopfähnlich. Bei andern ist er kurzsaumig und hornig und bei diesen ragt in der Mitte des Saugnäpfchens oft ein weiches Wärzchen hervor. Bei den Rankensepien hangen diese Wärzchen in Form von Fühlfäden oder Ranken aus den Saugnäpfen hervor, und jene Fühlfäden gleichen ganz denen des Nautilus. Noch hinzugenommen die Krallen und Dornenhaken der Onychoteuthis und Acanthoteuthis, so haben wir ein Beispiel der Mannigfaltigkeit vor Augen, deren in der Natur im Grunde gleichartige Organe fähig sind.

Der Nautilus bildet sich ein gekammertes Gehäuse ganz in derselben Weise, wie die Spirula unter den Loligineen, aber so schief und daher so sehr sich aufrollend, daß die erste Windung sich in den Rücken des Thieres eindrängt und daher von der folgenden Windung, deren Querschnitt eine halbmondförmige Figur bildet, bis zur Hälfte wieder umfaßt wird. Aeußerlich sieht man daher nur die letzte sehr stark an Größe zunehmende Windung. Der durch alle leeren Kammern sich hindurchziehende Sipho liegt ungefähr in der Mitte zwischen der Bauch- und Rückenseite. Der Theil des Gehäuses, in welchem das Thier sich befindet, ist sehr groß, aber die Schale ist dort sehr dünn und zerbricht leicht nach dem Tode des Thieres, weil er der Querscheidewände entbehrt. Die letztern haben eine uhrglasartig vertiefte Gestalt, der hintern Rundung des Bauchsackes entsprechend. Der Mantelsack des Nautilus hat zu jeder Seite in der Mitte eine ohrartige Falte, mit welcher er sich an die Innenwände der Schale heftet. Im Nacken bildet derselbe einen zweifachen Lappen, von denen der eine (vermuthlich dem Mantellappen der Belemnosepien entsprechend) sich über die nächsten Theile des Gewindes zurückschlägt und diese fortschreitend mit einer eigenthümlichen, dunkelfarbigen, fasrigen Kalkschicht bedeckt, während der andre über dem Kopfe eine Art von Hut oder Kapuze bildet, auf deren muskulöser Fläche das Thier in Ermanglung anderweitiger Bewegung sich vorwärts schiebt, wenn es auf dem Boden des Meeres kriecht.

Die älteste Gattung, welche mit dem jetzt lebenden Nautilus, nach der, zugleich einen Schluß auf die innere Organisation verstattenden, Bildung der Schale übereinstimmte, hat während der Ablagerung der Muschelkalkschichten der Triasformation gelebt und in dieser zahlreiche Gehäuse, mitunter von kolossaler Größe zurückgelassen. Sehr mannigfaltige Arten von Nautilusgehäusen finden sich in der Oolith- (Fig. 843) und Kreideformation, nur noch acht dagegen in den Tertiärschichten und unser molluskischer Nautilus scheint der letzte Träger der so eigenthümlichen und in der Schöpfung so uralten Organisation dieser Thiere zu sein. Vor der Triasperiode erscheinen in allen älteren Gebirgsschichten schon Gehäuse von Thieren, welche von den eigentlichen Nautilen nur durch die geringere Krümmung des Gehäuses wesentlich verschieden waren. Bei den Cyrtoceratiten (Cyrtoceras) hat dasselbe ungefähr

die Gestalt eines krummen Zahnes oder eines Hornes. Bei den Lituiten (Fig. 844) war es anfangs aufgerollt, im Alter aber ward die Gestalt des Thieres minder schief und das Gehäuse ging in völlige Gradheit über. Bei den Orthoceratiten (Fig. 845 u. 846) war es vollkommen grade und glich somit dem Alveolitengehäuse der Belemnosepien, von welchem es sich jedoch durch die, wie bei allen Nautileen, stets mehr oder weniger vom Rande der Kammerscheidewände entfernte Lage des Sipho unterscheidet. Ihre Größe war mitunter sehr bedeutend; man kennt Bruchstücke von Gehäusen, welche 6 Schuh lang sind. — Es scheint, daß manche Orthoceratiten ihre Schale mit einer dünnen Kalkschicht äußerlich umhüllten und verstärkten. Diesen hat man den Namen Panzerorthoceratiten (Thoracoceras) gegeben. Die Cyrtoceratiten, Lituiten und Orthoceratiten finden sich nur in der Uebergangs- und Steinkohlenformation.



Fig. 843. Nautilus truncatus aus der Oolithformation, von der Seite und von der Oeffnung gesehen.

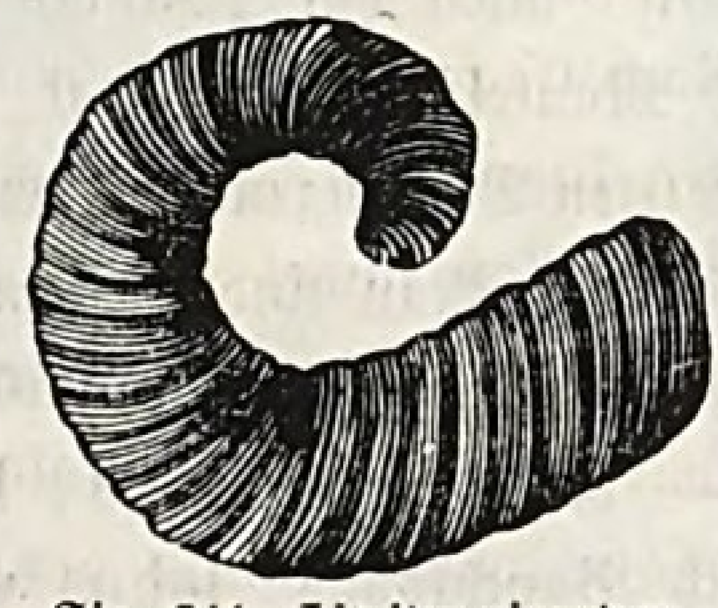


Fig. 844. Lituites giganteus aus der Uebergangsformation.

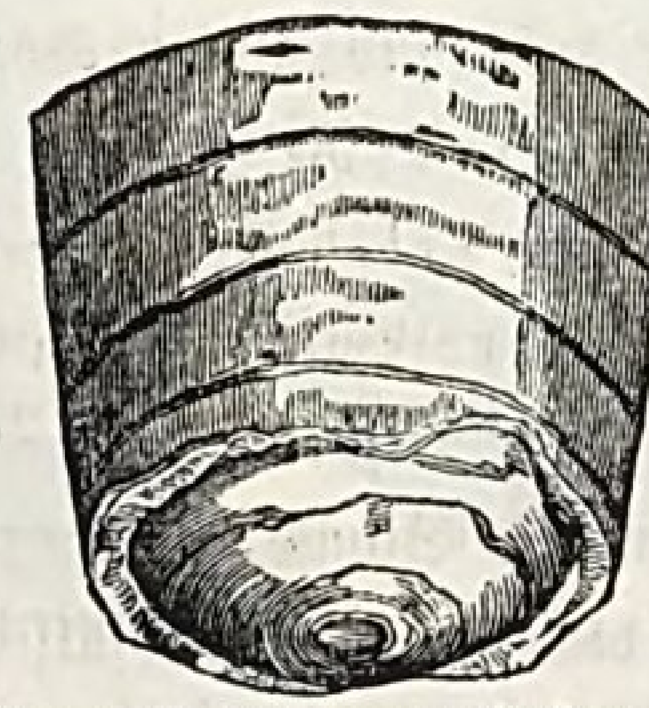


Fig. 845. Orthoceras (Orthoceratites) conicus aus der Uebergangsformation.



Fig. 846. Orthoceras (Orthoceratites) lateralis aus Steinkohlenformation.

Die Organisation des Nautilus gibt uns auch Aufklärung über die Natur einer andern sehr zahlreichen Familie krakenartiger Thiere, von deren versteinerten Gehäusen die Gebirgsschichten von den ältesten Formationen bis zum Ende der Kreideformation wimmeln, während in der jetzigen Schöpfung kein ähnliches Thier sich vorfindet und auch die Tertiärgebirge keine Ueberreste eines solchen aufzuweisen haben. Wir reden von der Familie der Ammoneen (Ammonea).

Die „Ammonshörner" sind die versteinerten Gehäuse der Ammoneen. Bei ihnen verstattet die äußere Windung den Verlauf der ältern Windungen zu sehen, indem jede die nächst ältere nur zu einem kleinen Theile umfaßt. Dieselben sind gekammert und mit einem vollkommenen Siphonalrohre versehen, welches jedoch stets an der Bauchseite liegt, und oft sogar dermaßen in dieselbe eingedrängt ist, daß es äußerlich auf dem Umfange des Gehäuses durch einen vorragenden Kiel bemerkbar wird. Meistens sind die Kammern mit erdigen Massen, oft mit den schönsten Krystallisationen und mit mancherlei Erzen (Schwefelkies, Zinkblende, Bleiglanz) ausgefüllt, und dabei ist häufig die äußere Schale ganz vergangen, so daß nur die Ausfüllungskerne in der Form der Schale selber sich erhalten haben, an welchen man dann die Ränder der Scheidewände, welche zwischen der Ausfüllungsmasse sich befinden, mehr oder weniger deutlich wahrnimmt. Aeußerlich sind die Gehäuse der Ammonshörner theils ganz schlicht, theils aber mit Querrippen und Buckeln versehen, wie die Schale des Gondelkraken, so daß man zu der Ver-

muthung geführt werden muß, es seien die Ammoneen mit ähnlichen Saugnäpfen und lappenartigen Fühlerarmen versehen gewesen, wie diese Thiere. Denn mit den durch die Mantelhaut des Körpers hervorgebrachten Zuwachsungsreifen stimmt der Verlauf dieser Rippen und Buckeln nicht überein. Die Ammoneen besaßen wahrscheinlich an den Seiten des Mantelsackes eine ohrartige Falte, mit welcher sie sich in der Schale festhielten, wie der mollukkische Nautilus; nur waren diese Ohren sehr lang, lappenartig und bewirkten, daß der Mund der Schale jederseits eine ohrähnliche Vorragung hatte, welche man mitunter bei vollkommen erhaltenen Exemplaren findet. Das hintere Ende des Mantelsackes hatte bei den Ammoneen nicht eine einfach gerundete Form, wie bei den Nautileen, sondern schmiegte sich mit mehren nach hinten vorragenden Zipfeln an die Schalenwandung. Dadurch erhielten die Querscheidewände eine nicht einfach uhrglasartig hohle, sondern eine mehrfach auf und nieder gebuchtete Form. Nach den auf den Steinkernen der Gehäuse durch die Ränder der Scheidewände gebildeten auf- und niedergebogenen Linien hat man die rückwärtsgerichteten Biegungen, welche durch die Zipfel des Mantelsackes gebildet sind Lappen oder Loben (lobi) genannt, die vorwärts gerichteten Biegungen der Zwischenräume zwischen jenen dagegen Sättel oder auch Busen (sinus). Man findet allemal einen unpaarigen Lobus dem Sipho entsprechend an der Bauchseite (fälschlich nach dem Gehäuse gewöhnlich Rücken der Schale genannt — daher Rückenlobus, lobus dorsalis) und einen solchen an der Rückenseite (fälschlich Bauchlobus, lobus ventralis), zwischen beiden aber jederseits noch einen obern und untern Seitenlobus lobus lateralis). Diesen Loben entsprechen natürlich zwei Bauchsinus (fälschlich Rückensinus, sinus dorsales) ein Seitensinus (sinus lateralis) jederseits und zwei Rückensinus (fälschlich Bauchsinus, sinus ventrales). Bei den Ammonshörnern der ältesten Formationen sind diese Buchtungen sehr einfach, aber mit jeder folgenden Formation werden sie vielfacher und zusammengesetzter, so daß jeder Lobus und Sinus wieder gezähnelt oder in besondere Loben und Sinus (Hülfsloben, lobi auxiliares, und Hülfssinus, sinus auxiliares) zertheilt ist. Dieses Verhältniß entspricht zugleich einem gewissen Entwicklungsgange. Man bemerkt nämlich mitunter deutlich, daß die ältern Windungen eines mit vielfachen Buchtungen von Lobus und Sinus an den letzten Gewinden versehenen Ammonshornes einfacher sind, ja mitunter den höchsten Grad der Einfachheit erreichen, und es scheint sonach auch bei der Familie der Ammoneen das Naturgesetz sich zu bestätigen, welches wir bei den Fischen und andern Thierklassen entdeckten, daß nämlich das einzelne Thier in seinem Entwicklungsgange eine Stufenleiter zu durchlaufen hat, welche übereinstimmt mit der Stufenleiter der Entwicklung der ganzen verwandten Thierfamilie in den verschiedenen Formationen der Schöpfung. Von einem Tintenbeutel findet man bei den Ammoneen nie eine Spur. —

Einzig auf die primären Formationen beschränkt ist der Stamm der Goniatiten, welche sich dadurch charakterisiren, daß die Scheidewände nur einfache Loben und Sinus besitzen. Diese bilden auf den Steinkernen eine wellen- oder zickzackförmige Linie. Wenn ihre Schale vollständig erhalten ist, so beträgt die vorderste Kammer, in welcher das Thier sich befand, mehr als einen ganzen Umlauf des Gewindes (Fig. 847).

Nur in der Triasformation, und zwar nur in den Muschelkalkschichten trifft

man die **Ceratiten**, bei welchen die Loben und Sinus zahlreicher, die Sinus schlicht und einfach abgerundet, die Loben dagegen mit feinen Zähnelungen versehen sind. Nach den Entdeckungen, welche man in neuerer Zeit in Syrien am Libanon und in einigen andern Ländern gemacht hat, sollte es scheinen, als ob manche Ammoneen der dortigen Kreideformation mit den Ceratiten unseres Muschelkalkes fast ganz übereinstimmen; jedoch unterscheiden sich dieselben durch mehre Hülfsloben und Hülfssinus und dadurch, daß die Seiten der Loben nicht nach Außen, sondern nach Innen gebogen sind. Die Ceratiten des deutschen Muschelkalkes (Fig. 848) gleichen nicht selten in den zuerst gebildeten Windungen echten Goniatiten in hohem Grade, nur daß sie durch die größere Zahl der Loben und Sinus sich unterscheiden.



Fig. 847.
Goniatites evolutus aus der Steinkohlenformation.

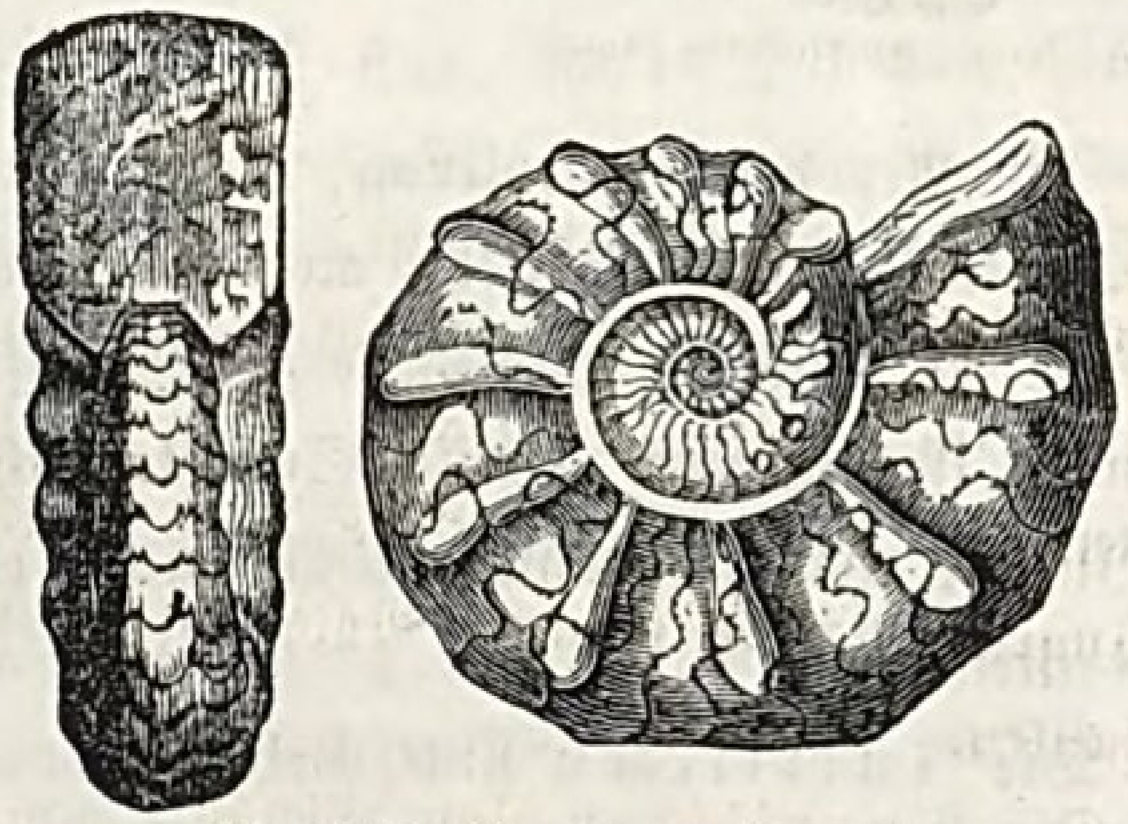


Fig. 848. Ceratites nodosus.

Die **Ammoniten** bilden den zahlreichsten Stamm der Ammoneen. Dieselben beschränken sich ganz auf die Oolith- und Kreideformation. Bei ihnen sind die Loben und Sinus zahlreich und in mehre Hülfsloben und Hülfssinus zertheilt, so daß die vielfach auf- und niedergebogenen Linien auf den Steinkernen den Umrissen der, von den Bildhauern so oft zu Verzierungen nachgeahmten, Akanthusblätter ähneln. Man theilt die Ammoniten (Fig. 849 — 856), nach der Form der Scheidewände,



Fig. 849. Ammonites Bucklandi.

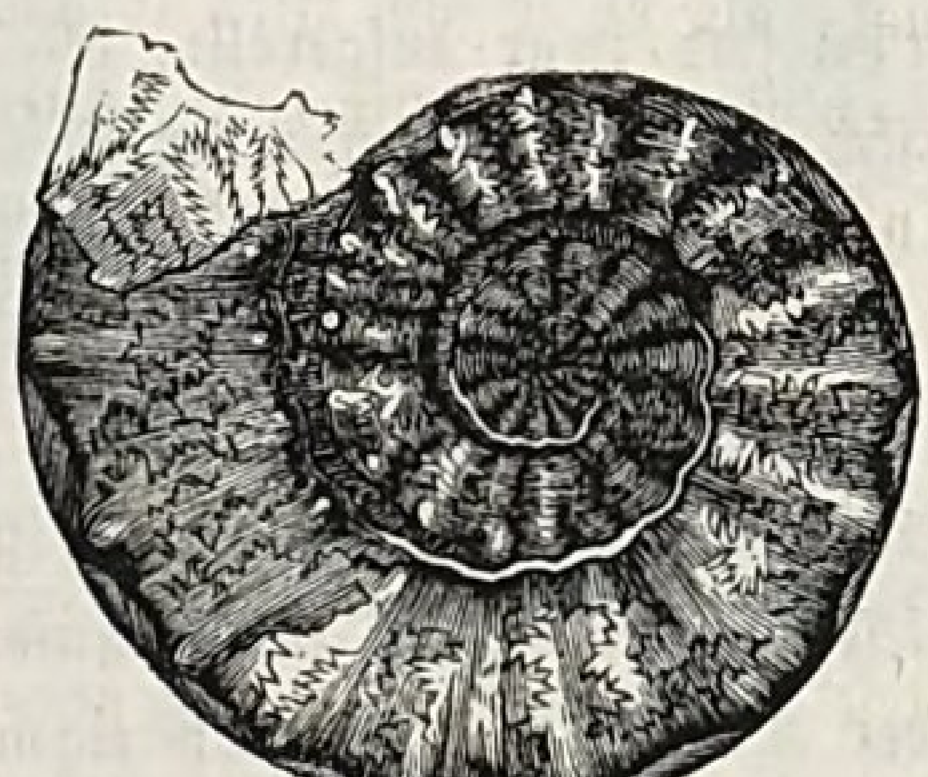


Fig. 850. A. catena.

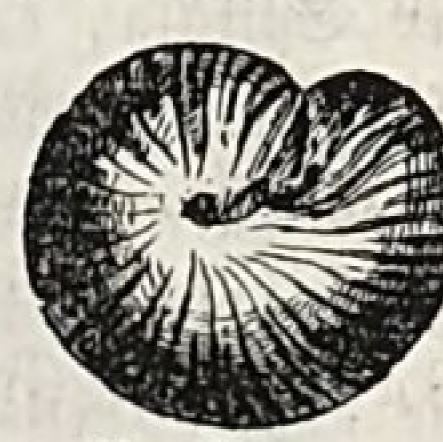


Fig 851.
A. Brongniarti.

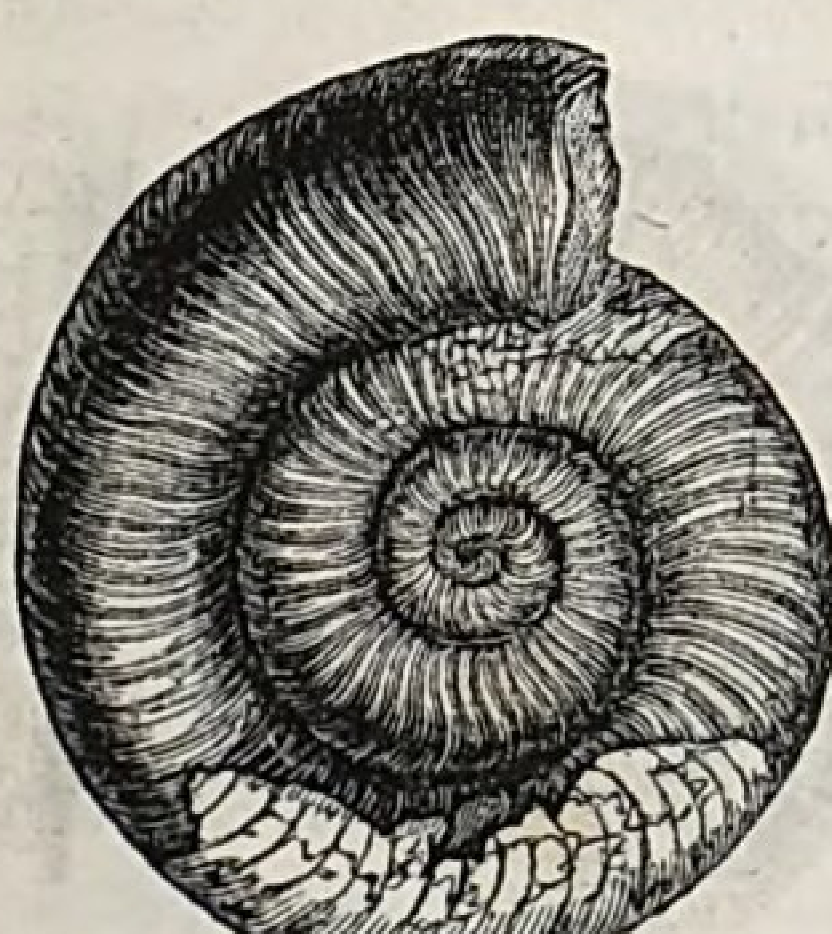


Fig. 852. A. striatulus.

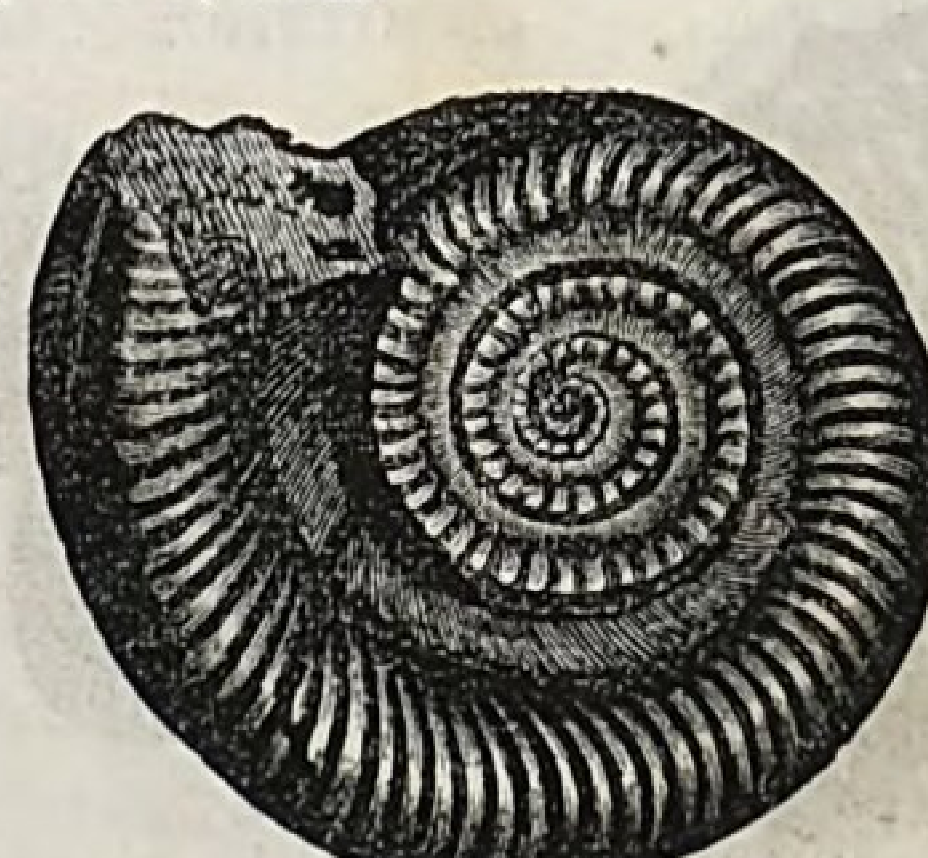


Fig. 853. A. Walcoti.

Fig. 849 — 583. Ammoniten aus der Oolithformation.



Fig. 854. Ammonites monile.



Fig. 855. A. rhodomagensis.

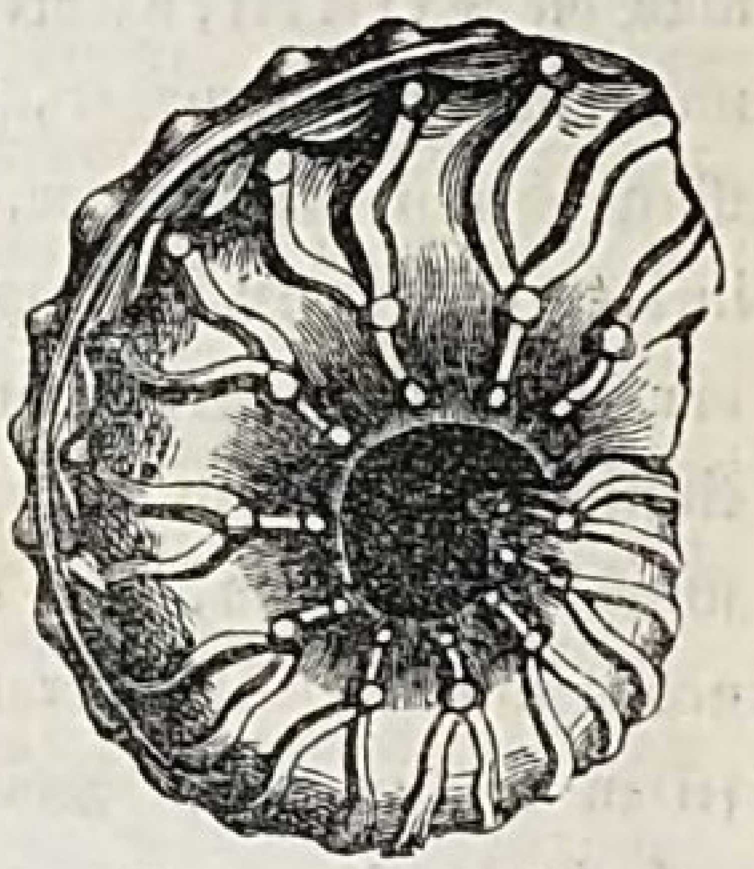


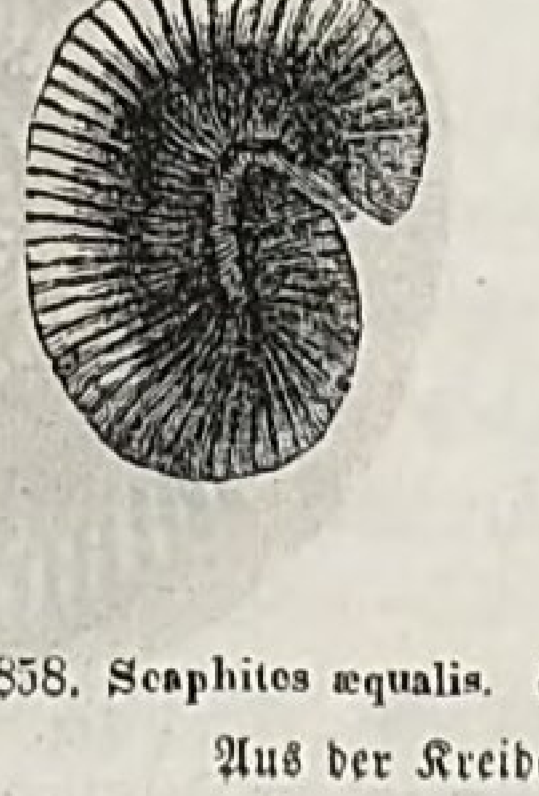
Fig. 856. A. varians.

Aus der Kreideformation.

nach der Art der Aufrollung, nach dem Verlaufe der Rippen und der Stellung der Knötchen oder Buckeln an denselben und mehren andern Verhältnissen der Gehäuse in zwölf verschiedene Sippschaften, deren jede mehr oder weniger bezeichnend ist für eine gewisse Schichtenreihe der genannten beiden Formationen. In der Jugend hatten manche Ammoniten ebenso schlichte Loben und Sinus wie die Goniatiten.

Die Turriliten sind Gehäuse von Ammoneen, welche man zu dem Ammonitenstamme rechnen würde, wenn nicht die Windungen derselben (gewiß in Folge einer Ungleichheit in der Ausbildung der beiden seitlichen Körperhälften des Thieres) schief aufgerollt und dadurch kreiselförmig, fast wie die Windungen eines gewöhnlichen Schneckenhauses übereinander gethürmt wären (Fig. 857). Die Scaphiten sind anfangs aufgerollt und in der Jugend von Ammoniten nicht zu unterscheiden, allein der später gebildete Theil des Gehäuses ist gerade ausgestreckt und biegt sich erst schließlich noch einmal, als ob er zum alten Gewinde zurückkehren wollte (Fig. 858). Die Crioceratiten sind zwar aufgerollt, allein in der Weise, wie das Gehäuse der Spirula, daß sich die Windungen unter einander nicht umfassen und theilweise sogar nicht einmal berühren (Fig. 859). Die Hamiten (Hamites) sind nur anfangs haken- oder angelförmig umgebogen und verlaufen später ganz gerade. Die Baculiten (Fig. 860) endlich sind vollkommen gerade und sind daher, wenn man die äußere Gestalt der Schale allein in's Auge faßt, den Orthoceratiten einigermaßen ähnlich. — Alle diese mannigfaltigen zuletzt genannten Stämme der Ammoneen sind fast ausschließlich der Kreideformation eigenthümlich und mit ihnen ist in der







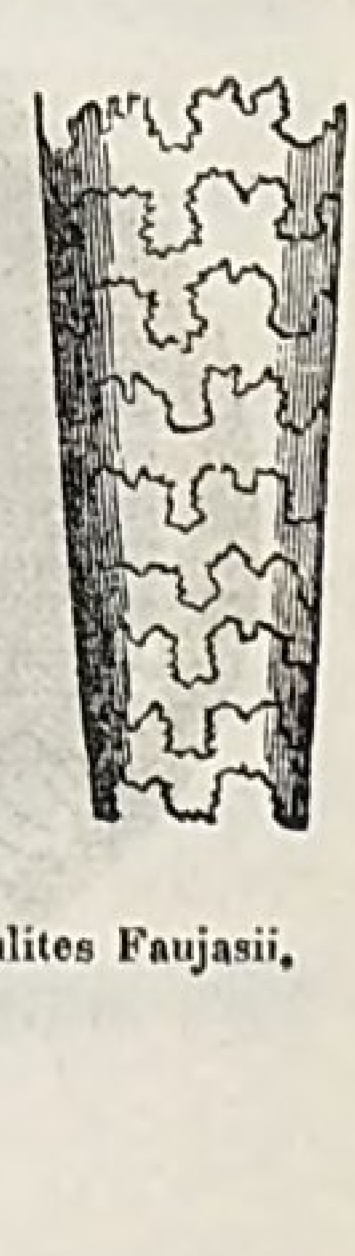


Fig. 857. Turrilites costatus. 858. Scaphites æqualis. 859. Crioceratites Duvalii. 860. Baculites Faujasii.

Aus der Kreideformation.

Schöpfung die Familie der Ammoneen völlig erloschen. Es ist leicht zu begreifen, wie treffliche Erkennungsmerkmale die Ammoneengehäuse für die gleichen oder gleichaltrigen Gebirgsschichten verschiedener Gegenden darbieten müssen.

Die Ammoneen waren krakenartige Geschöpfe ohne Tintenbeutel wie der Nautilus, und mit saugnapftragenden, segelartig ausgebreiteten Fühlerarmen versehen, wie der Gondelkrake. Somit waren sie gemischte Naturen, welche weder mit Thieren der ersten, noch mit solchen der zweiten Ordnung der Kraken vollkommen in ihrem Organisationsverhältnissen übereinstimmten. Indessen fehlt es ihnen nicht an den mannigfaltigsten Verwandtschaften mit allen Familien der Kraken, den Nautileen zunächst, dann aber auch mit den Loligineen und selbst den Oktopoden.

In den ältesten Schichten des Uebergangsgebirges, so weit in solchen überhaupt erkennbare Spuren von Thieren erhalten geblieben sind, finden sich noch Gehäuse eines besondern Stammes von krakenartigen Thieren, welche vielleicht zu den Ammoneen und Nautileen, den Loligineen und Oktopoden in ähnlichen Beziehungen stehen, wie die Trilobiten zur ganzen Klasse der Krebsthiere. Diese Gehäuse, welchen man den Namen Clymenien (Fig. 861) beigelegt hat, sind durch die auf und nieder gebuchtete Form ihrer Kammerscheidewände den ältesten Ammoneen, den Goniatiten ähnlich, während der Sipho bei ihnen sich stets ganz randlich an der innern, dem Gewinde zugewandten, dem Rücken des Thieres entsprechenden Seite befindet. — Im Muschelkalke, in den Schichten der Oolith- und Kreideformation, sowie in den Tertiärgebirgen, findet man mitunter die wohlerhaltenen Schnäbel von krakenartigen Thieren. Man nennt dieselben Rhyncholithen (Fig. 862) und Conchorhynchen (Conchorhynchus).

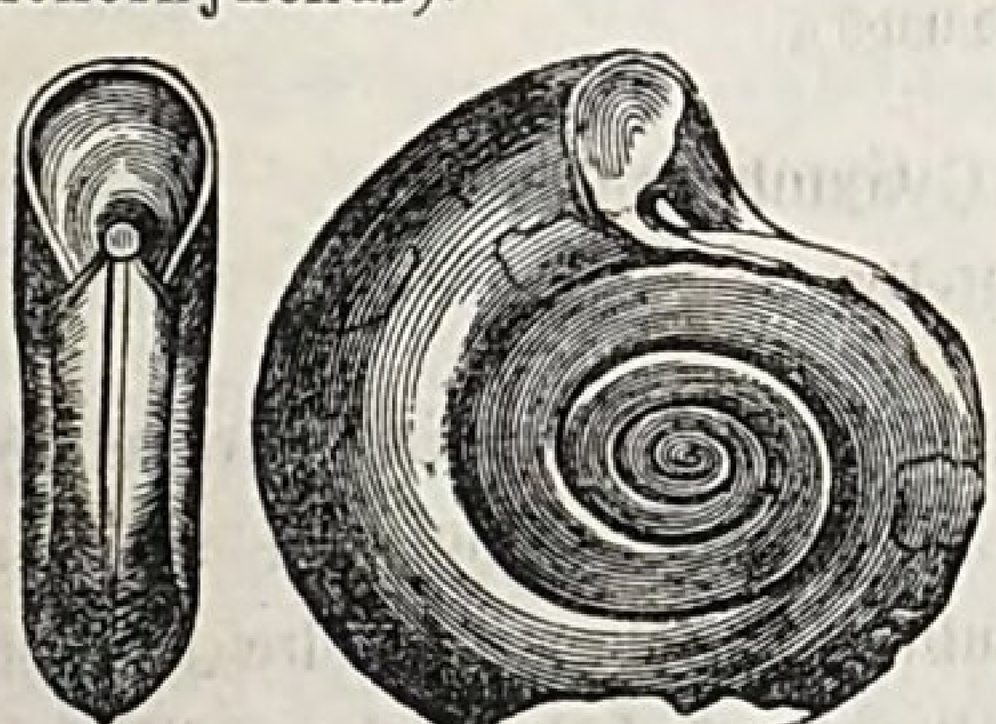


Fig. 861. Clymenia linearis. Aus der Uebergangsformation.

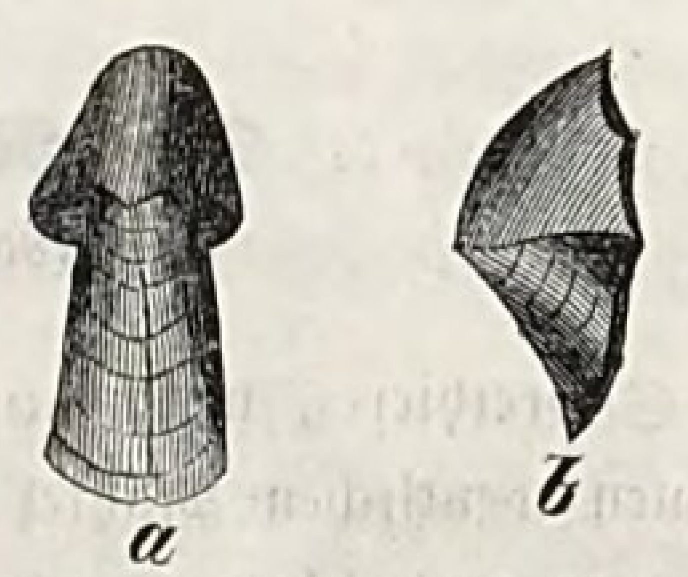


Fig. 862. Krakenschnäbel (Rhyncholites Voltzii) aus dem Muschelkalke. *
* a Vordere Ansicht; b Seitenansicht.

II. Klasse. Die Schnecken.

(Nebst den Flossenschnecken.)

Unter den Gasteropoden oder schneckenartigen Thieren, welche weitaus zum größten Theile Bewohner des Wassers, und zwar vorzugsweise des Meeres sind, möchten die vollkommensten Geschöpfe der ganzen Klasse, welche gerade auf dem Lande wohnen, die nackten Wald- und Kellerschnecken, sowie die mit kreiselförmigen Gehäusen versehenen Garten- und Weinbergsschnecken, wohl allgemein bekannt sein. Alle haben einen nur unbestimmt vom Rumpfe geschiedenen Kopf, welcher den Mund am Vorderende oder an der Unterseite trägt und nur oberhalb

desselben mit zwei, vier oder sechs kurzen und dünnen Fühlhörnern versehen ist. Der Mantel umhüllt ihren Rumpf nur auf der Rückenseite, bald flach schildartig in der Form eines aufgespannten, bald spitz trichterröhrenförmig in der Form eines zusammengeschlagenen Schirmes. Die Haut dieses Mantels bildet bei den meisten Schnecken eine Kalkschale von entsprechender Form, welche jedoch nie im Verlaufe des Wachsthumes der Thiere theilweise leer und durch Querscheidewände in Kammern getheilt wird. Die Bauchfläche ist mit einer sehr beweglichen Muskelmasse versehen, welcher der Fuß genannt wird und wirklich eine Art von Fußsohle darstellt, auf welcher die Gasteropoden (Bauchfüßler) durch wellenförmige Zusammenziehungen und Ausdehnungen kriechend sich fortbewegen.

*

Uebersicht.

1. Ordnung: Nacktkiemer. Gymnobranchiata.
(Nebst den sogenannten Unterkiemern. Hypobranchiata).
2. Ordnung: Dachkiemer. Pomatobranchiata.
3. Ordnung: Schildkiemer. Aspidobranchiata.
4. Ordnung: Bauchruderschnecken. Heteropoda.
(Nebst den Büschelkiemern. Cirrhibranchiata).
5. Ordnung: Lungenschnecken. Pulmonata.
6. Ordnung: Kammkiemer. Ctenobranchiata.
(Nebst den Röhrenschnecken. Tubulifera).
7. Ordnung: Kreiskiemer. Cyclobranchiata.
8. Ordnung: Flossenschnecken (Flügelfüßler). Pteropoda.

Erste Ordnung.

Die Nacktkiemer. Gymnobranchiata.

(Nebst den Unterkiemern. Hypobranchiata).

Seethiere, welche zum Theil den nackten Waldschnecken in ihrer Form ähneln, keinen deutlichen Mantel besitzen und sich durch eine eigenthümliche Bildung der Kiemen auszeichnen, mit deren Hülfe sie athmen. Bei den Aeolidien (Fig. 863) bedecken diese nämlich in Form schmaler blattförmiger Anhängsel den Rücken besonders zu beiden Seiten. Bei den Sternschnecken (Fig. 864) dagegen umgeben sie nur in einem blumenartigen Kranze den am hintern Ende des Körpers befindlichen After. Der sehr einfache Kreislauf der Säfte dieser Thiere möge als ein allgemeines Beispiel für die Einrichtung der Cirkulation bei den Schnecken dienen. Unter dem hintern Theile des Rückens befindet sich ein einfaches Herz, welches arterielles Blut enthält und somit der linken Herzkammer der Haarthiere entspricht. Dieses Herz bezieht das Blut durch die Kiemenvenen, welche jedoch nicht unmittelbar in dasselbe einmünden, sondern sich zuvor in ein ringförmig, den Darm umgebendes Gefäß vereinigen, aus welchem zwei Hohladerstämme in einen gemeinsamen, sehr großen, unmittelbar hinter dem Herzen liegenden Schlauch, eine Art Vorkammer des Herzens, führen. Eine starke Aorta mit mehren Hauptästen verbreitet das Blut durch alle Theile Körpers. Die Venen vereinigen sich sämmtlich in ein dickes Bauchgefäß, welches unter dem Herzen durch den Ring der Kiemenvenen hindurchtritt und dann in jede Kieme einen mit venösem



Fig. 863.
Die Aeolsschnecke (Aeolidia annulata).

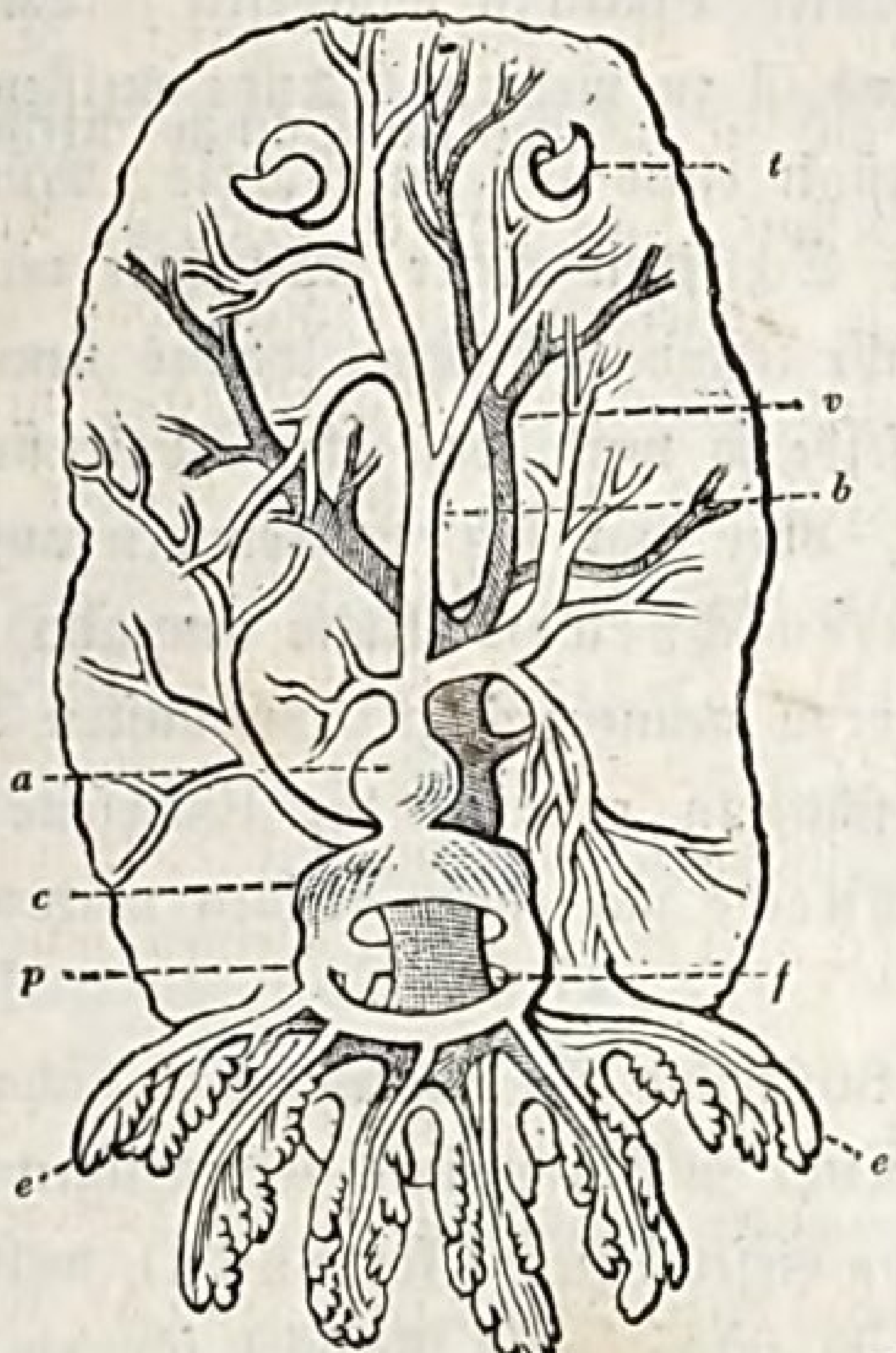


Fig. 864. Die Warzensternschnecke (Doris tuberculata) mit Darstellung der Kreislaufsorgane. *

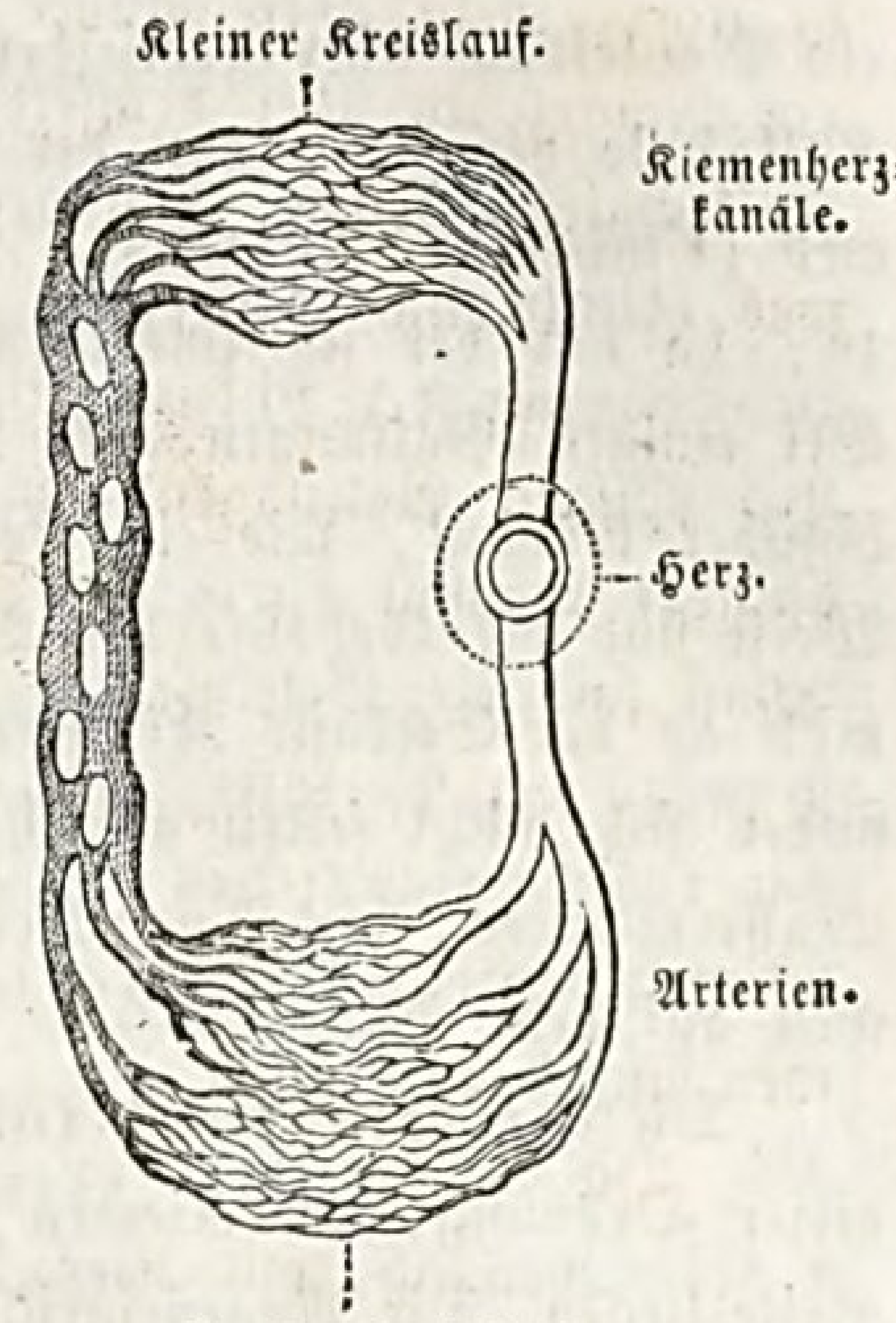


Fig. 865. Ideale Darstellung des Kreislaufes der Schnecken, Muscheln u. s. w.

* *a* Herz; *b* Aorta; *c* Vorkammerschlauch; *d* Kiemenvenen; *e* Kiemen; *f* Kiemenarterien (mit venösem Blute) und Hauptvenenstamm des Körpers; *t* Fühler; *v* Venenstamm.

Blute gefüllten Zweig absendet. Aehnlich ist der Kreislauf, trotz der verschiedenartigsten Lage und Form der Athmungswerkzeuge bei allen Schnecken und auch bei den folgenden Klassen der Weichthiere (Muscheln, Terebrateln, Schlauchthiere, Rippenquallen), nur sind selten die Venen als eigentliche Adern ausgebildet, sondern das durch den Körper verbreitete Blut sammelt sich in den Zwischenräumen der Organe zum Theil selbst in der Eingeweidehöhle und gelangt so in die Athmungsorgane (Fig. 865). Bei allen Schnecken und übrigen Weichthieren ist das Blut nur ein weißer oder bläulicher Saft.

Die sogenannten Unterkiemer (Hypobranchiata) sind wenig von den Aeolidien und Doris verschieden; ihre Kiemen stehen nur in Gestalt zweier langer Reihen von Blättern zu beiden Seiten des Leibes, während die Rückenhaut über denselben saumartige Mantelfalten bildet. Die hieher gehörigen Phyllidien sind durch ihre Form und Farbe schwimmenden fleischigen Blättern nicht unähnlich.

Alle diese Thiere, welche aber nur sehr kleine und unbedeutende Ordnung ausmachen, schwimmen gern auf dem Rücken, indem sie den breiten Rand ihrer flachen Bauchsohle kahnförmig zusammenbiegen und ihre Kiemen herabhangen lassen. Da keins derselben eine Kalkschale besitzt, so wundern wir uns nicht, keine Spuren von Nacktkiemern und Unterkiemern in Bodenschichten erhalten zu finden; ihr geologisches Alter ist uns in Folge dessen unbekannt.

Zweite Ordnung.

Die Dachkiemer. Pomatobranchiata.

Die dachkiemigen Schnecken haben einen platten, breit umsäumten Leib und tragen die Kiemen ganz ungleichmäßig längs der rechten Seite oder auf dem Rücken

in Form mehr oder minder getheilter Blättchen angeheftet. Die Rückenhaut bildet ein Manteldach über demselben und ist zu mehrem Schutze meistens mit einer harten Kalkschale versehen, von der Gestalt eines schiefen Napfes, Mützchens oder Schirmes (**Umbrella, Ancylus**). Die Schiefheit dieser Kalkschale nimmt mit dem Alter zu, da nur der schleimdrüsenreiche Rand des Manteldaches neue Kalkmasse ansetzt. Bei einigen Gattungen geht dieselbe so weit, daß die Schale sich zur linken Seite hinüber krümmt, wie ein Horn, oder gar sich vollkommen aufrollt. Auf solche Weise sind die Gehäuse der Blasenschnecken (**Bulla ampulla**) entstanden, welche man an der Seeküste Kibitzeier zu nennen pflegt. In unsern Bächen und Teichen findet sich nicht selten an Rohrstängeln oder an der Unterseite von Blättern der Wasserpflanzen, die Ancylusschnecke mit einem kleinen mützenförmigen Schüsselchen auf dem Rücken. —

Die Seitenkiemer (Fig. 866) sind ein nacktes, d. h. schalenloses, Geschlecht dieser Ordnung, mit Kiemen, welche in Form eines federartigen Büschels auf jeder Seite liegen. Die Mageneinrichtung dieser Thiere (Fig. 866 a), welche einigermaßen an die Wiederkäuer erinnert, bietet ein interessantes Beispiel für die sehr mannigfaltige Einrichtung der Verdauungswerkzeuge, durch welche die ganze Klasse der Schnecken sich auszeichnet. Die nur mit einer dünnen hornartigen Schale versehenen Aplysien schlagen oft die breiten Säume ihres Leibes über dem Rücken zusammen und umhüllen auf diese Weise ihr eigenes Dächlein. So die sogenannten Seehasen (**Aplysia**) des Mittelmeeres. Die Taschenschnecken (Fig. 867) des indischen Oceans sind ebenfalls nackend; ihr Körper ist, indem der Mantel die Kiemenhöhle umschließt, fast kugelförmig sackartig; die sehr großen Kiemen hangen übrigens weit aus der zu ihrem Schutze gebildeten Höhlung hervor.

Schon in den Schichten des Juragebirges zeigen sich hie und da gewundene Gehäuse von Blasenschnecken (**Bulla**) und die Zahl derselben scheint zur Zeit der Tertiärformationen größer gewesen zu sein, als gegenwärtig.



Fig. 867.
Die indische Taschenschnecke (**Bursatella Leachii**).

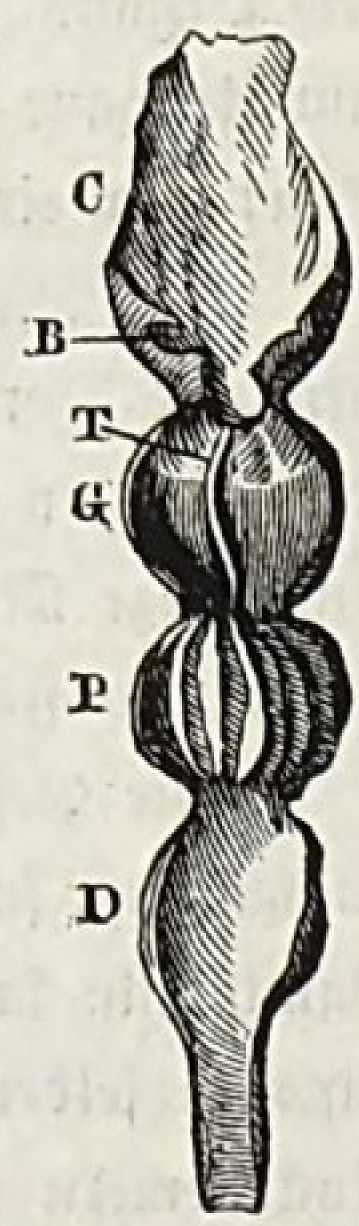


Fig. 866 *a*
Die Magen der Peron'schen Seitenkiemenschnecke. **

** C Kropf; B Einmündung des Gallengefäßes; G Muskelmagen; P gefalteter Magen; D vierter Magen; T ein besonderer Verbindungskanal, welcher vom Kropfe zum vierten Magen hinführt und die Galle in den letztern befördert.

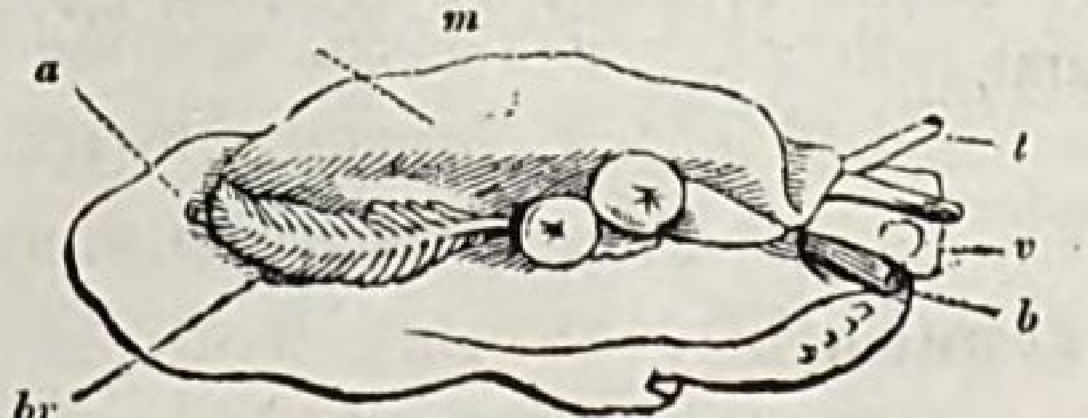


Fig. 866. Die Peron'sche Seitenkiemenschnecke (**Pleurobranchus Peroni**). *

* *m* Aufwärtsgeschlagener Mantelrand, welcher die Kiemenhöhle bedeckt; *br* Kiemen; *a* Afteröffnung; *p* Bauchsohle (Fuß); *b* Mund; *v* eine Hautkappe am Kopfe; *t* Fühlhörner; vor den Kiemen liegen die Oeffnungen der Zeugungsorgane.

Dritte Ordnung.

Die Schildkiemer. Aspidobranchiata.

Die schildkiemigen Schnecken unterscheiden sich von den vorigen dadurch, daß ihr Mantel mit einem breiten Cirkelsaume den Rücken und mitunter fast den ganzen Körper schildförmig überdeckt und eine ebenso große Schale bildet. Die Kiemen bestehen aus zahlreichen, wie die Zähne eines Kammes neben einander liegenden, Blättchen, und liegen in einer Höhlung unter dem Schutzdache des Mantels verborgen, bald gleichmäßig um die Mittellinie des Körpers, bald mehr zur linken Seite, immer aber auf dem Vordertheile des Rückens. Erstere, regelmäßigere Lage haben sie bei den Fissurellen (Fissurella), Kerbrandschnecken (Emarginula) und Schildträgern (Parmophorus), welche eine regelmäßige flach trichter- oder zugespitzt schildförmige Schale tragen, die bei den Fissurellen auf dem Gipfel eine, den Zutritt des zum Athmen nöthigen Wassers gestattende, Oeffnung besitzt. Einseitig liegen die Kiemen bei den Seeohren (Haliotis) und ebenso ungleichmäßig ist die Gestalt des Mantels und des Gehäuses, welches letztere durch den stärkern Zuwachs auf der breitern Seite und am vordern Rande sich mehr und mehr zur andern Seite und nach hinten überschiebt und sich dort zu einem flachen halboffenen Gewinde aufrollt, so daß einige Aehnlichkeit mit einem Ohre entsteht. Auf dem Rücken hat das Thier eine Reihe von Löchern, längs dem umgebogenen rechten Rande der Schale, und durch diese Oeffnungen dringt das Wasser in die ganz verborgene Kiemenhöhle des Mantels.

Alle Schildkiemer sind Seethiere. — Es scheint, daß schildkiemige Schnecken von ebenmäßiger Bildung der beiden Seiten des Körpers schon zur Zeit der Uebergangsformation existirt haben, indem man schon in den Gebirgsschichten jener Periode fissurellenähnliche Gehäuse gefunden hat. Sicherere und häufigere Spuren von ihnen erscheinen in der Kreideformation. Erst in den tertiären Ablagerungen trifft man auch Seeohrengehäuse.

Vierte Ordnung.

Die Bauchruderschnecken. Cirrhibranchiata.

(Nebst den Büschelkiemern. Heteropoda).

Die Bauchruderschnecken (Fig. 868), so benannt nach der Form ihrer Bauchsohle, welche in der Mitte einen fleischigen, flossen- oder ruderförmigen und mitunter mit einem Saugnapfe versehenen Lappen trägt, haben federbuschartige Kiemen, welche auf dem Rücken des langgestreckten wurmähnlichen Leibes unter einer hutförmigen Mantelfalte in einer kleinen Reihe stehen. Sie schwimmen auf dem Rücken, das Bauchruder nach oben gerichtet. Der Mantelhut hangt dabei abwärts. Derselbe ist bei mehren Gattungen mit einer schiefen mützenförmigen (Carinaria) oder röhrenförmigen, mitunter aufgerollten (Atalanta), Schale bedeckt. — Die Büschelkiemer oder Meerzähne (Dentalium) unterscheiden sich hauptsächlich dadurch von den Bauchruderern, daß ihr Mantel in Form seiner zugespitzten gebogenen Röhre, den Körper fast ganz umschließt. Die büschelförmigen, kammartig gefransten Kiemen stehen unter dem Mantelsaume am Halse der Thiere zu beiden Seiten. Die

Schale hat die Form eines Elephantenzahnes und ist am obern spitzen Ende mit einer Oeffnung versehen, durch welche die Thiere Wasser einziehen, während sie mit dem untern Ende im Schlamme des Meeresgrundes stecken.

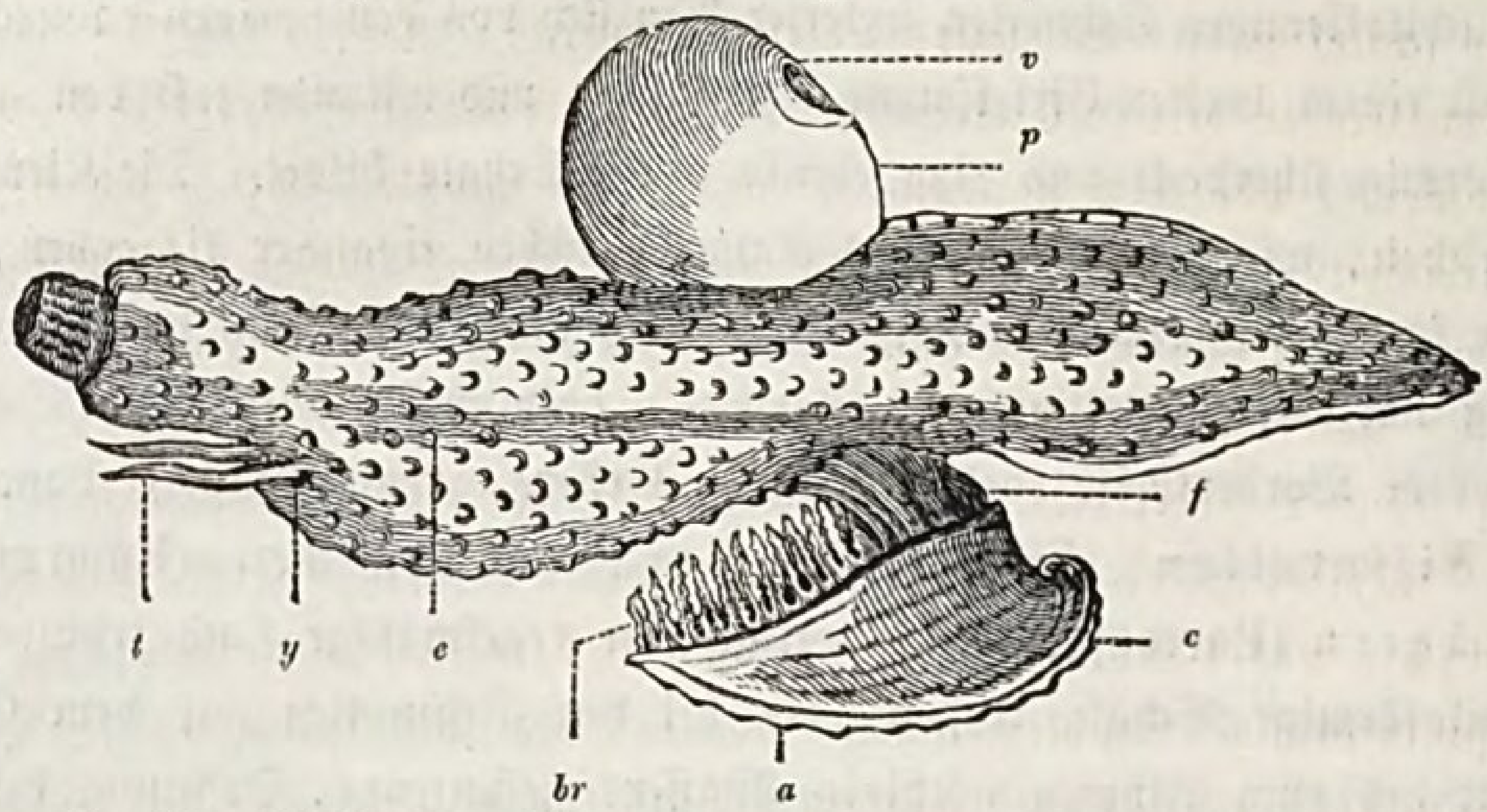


Fig. 868. Die Kahnschnecke (Carinaria cymbium) in schwimmender Stellung.*

* b Mund; t Fühler; y Augen; e der durchschimmerde Darm; br Kiemen; a Lage des Afters in der Kiemenhöhle; c die Schale; f die Leber; p der Ruderlappen (Fuß) des Bauches; v eine Haftgrube (Saugnäpfchen).

Von Bauchruderern kennt man keine Ueberbleibsel aus früheren Perioden der Schöpfung. Vielleicht aber sind mit ihnen verwandt die eingerollten Gehäuse, welche man Bellerophonten (F. 869) benannt hat, und welche man eher einem gondelkraken-ähnlichen Thiere zuschreiben möchte, wenn sie nicht dickwandig und ganz ohne Spuren von Saugnäpfen wären. — Die in vieler Beziehung eigenthümlichen Büschelkiemer haben bereits im Uebergangsgebirge und in allen folgenden Formationen ihre Gehäuse zurückgelassen. In größter Zahl finden sie sich in den tertiären Schichten (Fig. 870) und die wenigen Arten, welche gegenwärtig leben, scheinen nur Ueberbleibsel jener Blüthezeit zu sein. —



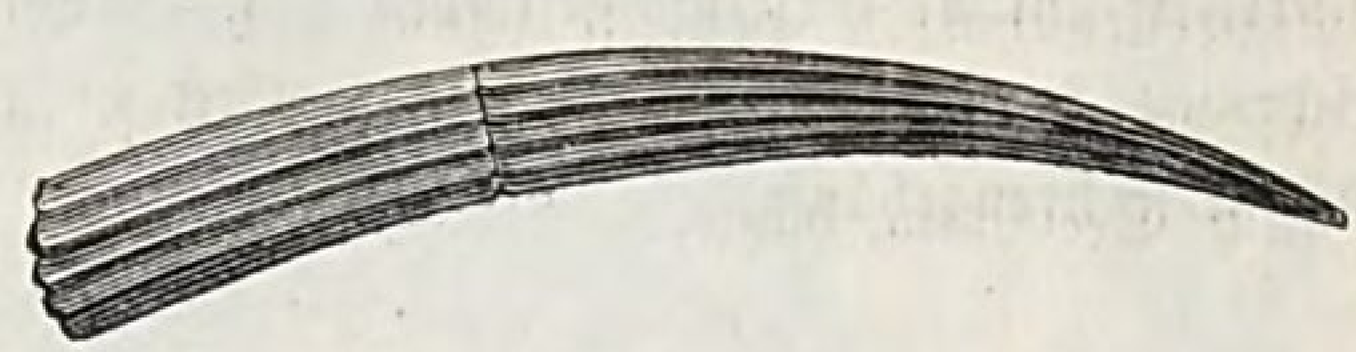


Fig. 869. Bellerophon costatus (Steinkohlenformation). Fig. 870. Dentalium elephantinum (Pliocenformation).

Fünfte Ordnung.

Lungenschnecken. Pulmonata.

Die Lungenschnecken leben meistens auf dem Lande, nur einige in Sümpfen, Seeen und fließenden Gewässern; diese aber sind gezwungen, von Zeit zu Zeit zur Oberfläche des Wassers zu kommen, um Luft einzunehmen; denn nur für diesen Stoff sind ihre Athmungsorgane eingerichtet. Bei den nackten Schnecken liegt eine große Lungenhöhle an der rechten Seite hinter dem Kopfe, wo sie sich unter dem Rande des schildförmigen schalenlosen, oder doch nur ein geringes Kalkblättchen in der Haut enthaltenden, Mantels mit einer Mündung öffnen, die sich bald völlig zusammenzieht und schließt, bald weit öffnet, so daß man dann in die Lunge selbst hineinsehen kann. Man erblickt auf der innern Haut derselben eine zahllose Menge fein verzweigter Aderchen. Bei den Gehäuseschnecken (Fig. 871) ist der Mantel thurmförmig auf dem vordern Theile des Rumpfes emporgewölbt und enthält alle Ein=

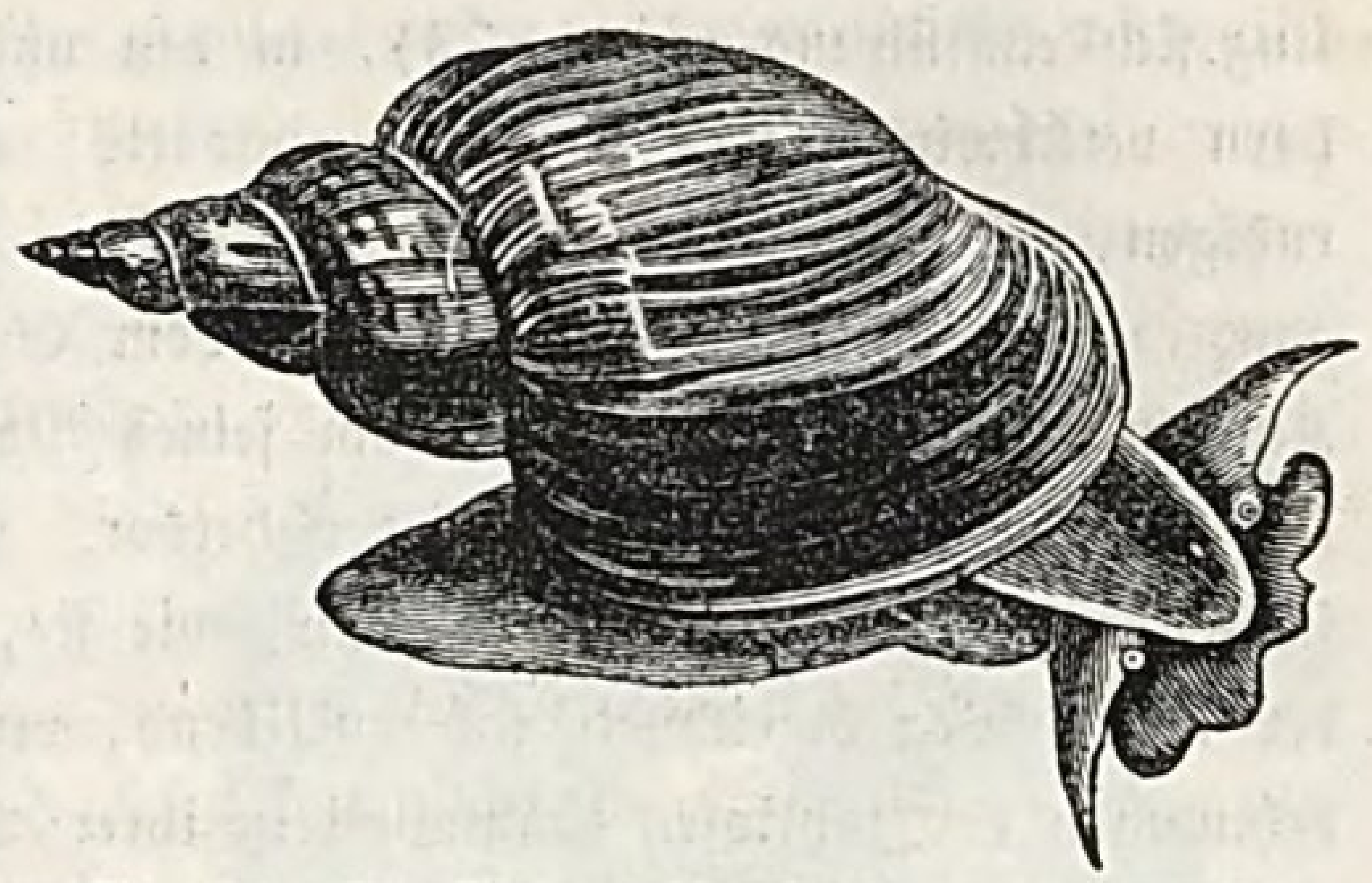


Fig. 871. Die Schlammschnecke (Lymnæus stagnalis).

geweide nebst der Lungenhöhle, und da diese einseitig liegt, und zwar auf der linken Seite, so erhält der Mantel, mit der in seiner Haut gebildeten Schale, eine mehr oder minder schiefe Form und krümmt sich nach einer Seite, hinter welcher er sich vollkommen aufrollt. Diese Aufrollung geschieht unter dem zwingenden Einflusse der Eihaut und setzt sich später von selber fort. Auf diese Weise bildet sich das sogenannte Schneckenhaus. Dasselbe hat nie Scheidewände und leere Kammern, sondern die Eingeweide des Thieres erfüllen es bis in die innersten Windungen, den letzten Theil besonders die Leber. Das Gehäuse trennt sich auch nie von der Mantelhaut los. Ursprünglich ist es mit Oberhaut bekleidet, denn es entspricht der schleimigen Unterlage, welche sich bei den Wirbelthieren zwischen dem Lederhautgewebe und der Oberhaut befindet. Aber die Oberhaut löst sich bei den meisten Gattungen frühzeitig ab. Indessen gibt es doch mehre Landschnecken, welche, wie z. B. die rauhe Buschschnecke (Helix villosa) und mehre Schließmundschnecken (Clausilia), dieselbe stets behalten und obendrein mit feinen Härchen bedeckt sind. Die Organisation dieser Ordnung von Schnecken gibt uns im Allgemeinen ein Beispiel für alle schneckenartigen Thiere, weßhalb wir dieselbe näher betrachten müssen. Es eignet sich zu diesem Zwecke am besten die gemeine Weinbergsschnecke, welche überall in den gemäßigt warmen Ländern Europa's in Menge zu finden ist und in vielen Gegenden in eigenen Schneckengärten gezogen und zur Speise gemästet wird. Wenn diese Schnecke kriecht, so gleicht die Form ihres Körpers, abgesehen von dem Schneckenhause, welches mit seiner Mündung auf ihrem Rücken liegt, ungefähr der Gestalt einer nackten Wegschnecke. Der Kopf ist ziemlich deutlich erkennbar; er trägt an der Stirn zwei Paare von Fühlhörnern, von denen die obern etwas länger als die untern hervorragen, und auf ihrer Spitze je ein kleines einfaches Auge tragen. Runzelfaltige Lippen umgeben den Mund, welcher sich, nach unten gerichtet, am Vorderende des Kopfes befindet. Diese Lippen enthalten unter der Haut ein Paar ziemlich fester kalkiger Kiefer (Fig. 872) zum Beißen. Die ganze Haut des Körpes ist schleimig und runzelig. Zahllose an sie geheftete Muskeln bewegen sie, dehnen sie aus und ziehen sie zusammen, so daß das ganze Thier fast in jedem Augenblicke seine Form verändert. Berühren wir eins der Fühlhörner, so zieht sich sogleich die Spitze desselben mit dem Auge, wie ein Handschuhfinger=

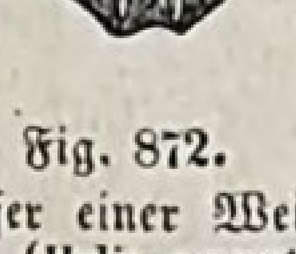


Fig. 872.
Der Kiefer einer Weinbergsschnecke (Helix pomatia).



Fig. 873. Das Fühlhorn der Weinbergsschnecke (Helix pomatia) mit dem Auge und dem Mechanismus zu dessen Einstülpung und Ausstreckung. *

* SS die äußere Haut des Fühlhornes; P Gefühlswarzenballen innerhalb der hereingestülpten Spitze des Fühlhornes; E das eigentliche Auge an der Seite dieses Ballens; NN ein dicker, dem Tastsinne dienender Nerv, welcher in die Gefühlswarze eindringt; O ein dünner Zweig desselben Nerven, welcher als Sehnerv sich zum Auge begibt.

ling sich einstülpend (Fig. 873), in den untern Theil hinab, ja das ganze Fühlhorn verschwindet und kehrt sich einwärts, und wenn wir das Thier weiter beunruhigen, so zieht es eben so den Kopf in den Rumpf herein und diesen endlich, ganz zusammenschrumpfend, in den vom Gehäuse umschlossenen Mantelsack. Nach Kurzem aber streckt es den Saum seines Bauches, dann den ganzen Rumpf, endlich auch Kopf und Fühler wieder hervor. Läßt man die Schnecke an einer Glasscheibe emporkriechen, so sieht man, wie sie, durch den zähen Schleim ihrer Haut, der ihren Weg bezeichnet, sich anklebend, vermittelst Zusammenziehungen und Ausdehnungen der zahllosen Hautmuskeln ihrer Bauchsohle sich vorwärts bewegt. Wie die Wellen des Wassers sich folgend, laufen Querwellen der Bauchmuskeln vom hintern Ende zum Kopfe. — Der ganze, aus dem Gehäuse hervorstreckbare Theil des Thieres ist fast nur eine Muskelmasse; die Eingeweide liegen sämmtlich im Mantelsacke, d. h. innerhalb des Gehäuses. Der Kopf enthält nur den Schlund und um denselben die Hauptganglienmasse des Körpers, welche zu den verschiedenen innern und äußern Körpertheilen Zweige absendet.

Das Nervensystem der Lungenschnecken und überhaupt aller Schneckenordnungen zeigt nach den einzelnen Gattungen vielfache Abweichungen. Im Ganzen ist es dem der Cephalopoden ähnlich, nur erreicht die Ganglienmasse des Schlundringes nie eine so bedeutende gehirnartige Entwicklung, wie bei jenen. Von den Sinnesorganen ist fast ganz allgemein das Gesicht entwickelt und die einfachen und sehr unvollkommenen Augen stehen bald seitlich an den knöpfchenartigen Enden der oberen Fühler, bald am Grunde derselben. Dem Tastsinne dienen die Fühler ohne Zweifel ebenfalls (Fig 873). Dagegen scheint der keineswegs fehlende Geruch entweder durch die allgemeine Körperhaut oder durch die Athmungswerkzeuge vermittelt zu werden. Bei allen Schnecken finden sich auch Gehörorgane in Form kleiner, mit Flüssigkeit und steinigen Concretionen gefüllter Bläschen, welche meistens in der Muskelmasse der Bauchsohle ihren Sitz zu haben pflegen. Hinter dem Schlunde liegt eine sehr bedeutende Speicheldrüse. Außerdem hat die Weinbergsschnecke nebst zahlreichen andern Arten, welche mit ihr zunächst verwandt sind (Geschlecht Helix) am Halse in einer eigenen beutelartigen Höhle ein dolchförmiges Kalkstück, dessen Zweck man nicht kennt. Es hat den seltsamen Namen „Liebespfeil" bekommen.

In dem ersten Umgange des Gehäuses ist außer dem Mantel, welcher die Lungenhöhle umgibt und welcher, an der linken Seite unter dem Rande des Gehäuses vom Körper getrennt, durch eine offene Spalte der Luft den Zutritt gestattet, nur die Speiseröhre enthalten. Zieht sich die Schnecke in ihr Gehäuse zurück, so füllt sie diesen Umgang desselben und somit ihre Lunge ganz aus; die Luft, welche die letztere erfüllte, dringt, den Schleim zu schaumigen Blasen aufblähend, heraus, und die Athmung wird unterbrochen, weßhalb das Thier bald versucht, wenigstens einen Theil seines Bauches wieder hervorzustrecken und dadurch einige Luft in die Lungen zu ziehen. Sehr schön sieht man bei ganz jungen Schnecken, deren Haut noch ganz glasartig durchsichtig ist, die Blutgefäße der Lunge durch die Außenwand des Gehäuses. Von den Eingeweiden ist die Lungenhöhle durch eine hautig muskulöse Scheidewand, eine Art von Zwerchfell getrennt. — Die Verdauungsorgane der Schnecken (Fig. 874) bestehen in einem darmähnlichen Magen

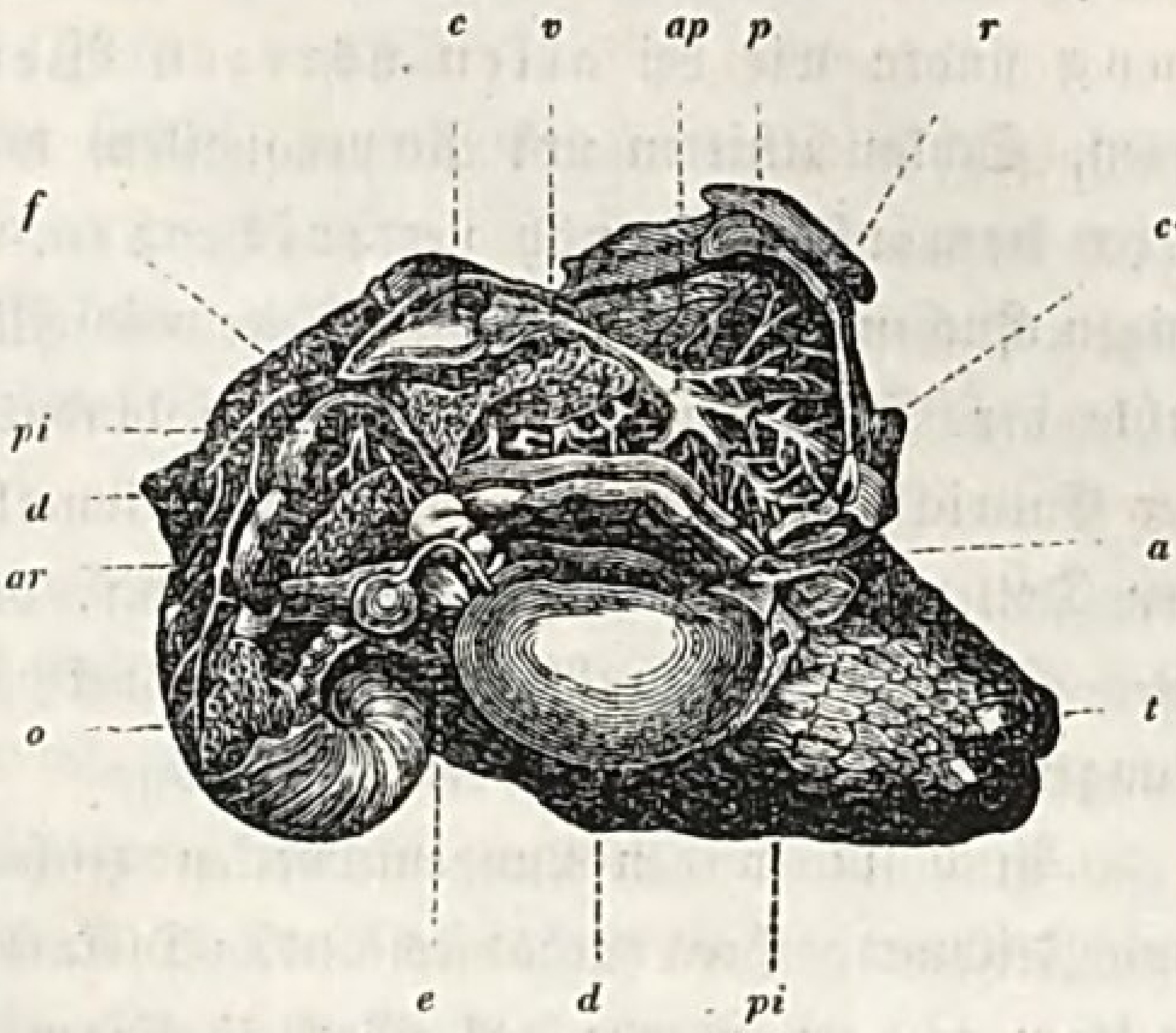


Fig. 874.

Die Anatomie der Weinbergsschnecke (Helix pomatia). *

* t Der Kopf mit den halb ausgestreckten Fühlern; a After; cv Ausführungsgang der Schleimdrüse (v); o Mastdarm; p die Lungenhöhle; ap die Lungenarterie; s Schleimdrüse; c Herz; f Leber; i Darm; v schlingenförmige Wendung des Darmes; ar Acterie; o Eierstock; e Magen; d Zwerchfell; pi Bauchsohle (Fuß).

und einem ziemlich langen, gewundenen Darme, welcher von der bedeutend großen grünen Lebermasse umgeben ist und sich hoch in das Gewinde des Gehäuses hineinzieht, dann aber umwendet und sich in die Lungenhöhle öffnet, aus welcher daher der Auswurf desselben hervortritt. Die Einrichtung der Verdauungsorgane ist bei den verschiedenen Ordnungen der Schnecken übrigens sehr mannigfaltig. Immer fehlt ihnen jede Spur eines die Eingeweide umfassenden und zusammenhaltenden Gekröses. Stets findet sich auch eine harnabsondernde Drüse, zwischen dem Herzen und dem Magen gelegen. Dieselbe besitzt eine blättrige Struktur und ist meistens mit einer Flüssigkeit gefüllt, in welcher man die charakteristische Harnsäure antrifft. Der Harn mancher Schnecken ist blaulich oder roth; so z. B. bei den Sumpfposthörnern (Fig. 879). Mitunter ist der Magen sehr groß (Fig. 912) oder es sind mehre Magensäcke vorhanden u. s. w. Nicht minder mannigfaltig ist die Einrichtung des Kreislaufes, welcher jedoch im Allgemeinen bei allen den Verhältnissen der Doris (Fig. 864 und 865) übereinstimmt. Das Venensystem ist mitunter sehr unvollkommen, das Herz manchmal vom Darmkanale durchzogen. Die Lage des Herzens ist stets auf der linken Seite mit Ausnahme der seltsamer Weise bei einigen Schneckenarten als eine Mißbildung, bei einigen, z. B. den Schließmundschnecken (Clausilia), aber auch in der Regel vorkommenden Linksschnecken, d. h. solcher Thiere, deren Gehäuse seinen freien Saum auf der linken, sein Gewinde dagegen auf der rechten Seite hat.

Entgegengesetzt, und zwar mit den gleichen Ausnahmen, ist die Lage der Fortpflanzungsorgane. Die Mündung des Ausführungsganges, durch welchen die Eier aus dem zwischen den Eingeweiden liegenden Eierstocke hervortreten, befindet sich unter dem rechten oberen Fühlhorne. Die Lungenschnecken haben übrigens wie die meisten anderen Schnecken (nur bei den Kiemenschnecken verhält es sich anders) nicht zwei verschiedene Geschlechter, sondern sie sind alle Zwitter. Nichtsdestoweniger bedürfen sie zur Fortpflanzung ebenso wie manche Würmer einer Begattung, welche stets gegenseitig geschieht und welche man im Maimonate bei den Weinbergsschnecken oft beobachten kann. Die Eier, welche durchscheinend und farblos zu sein pflegen, wie bei den Fischen, werden von den meisten Lungenschnecken in die Erde gelegt. Bei der Entwicklung verwandelt sich zunächst der ganze Dotter in Zellen, von denen die äußern eine hellere Schicht um die innern dunkler gefärbten bilden. Aus der äußern hellern Schicht entsteht der Mantel, die Haut des Rumpfes und der Kopf, während die Eingeweide des Embryo aus den dunklern innern Zellen erwachsen. Somit bildet sich nicht ein besonderer Embryo, welcher allmählig den Dotter zu seiner Ernährung verbraucht, sondern der ganze Dotter verwandelt

sich in den Embryo, wie bei den Würmern. Die gleiche Art der Entwicklung finden wir bei allen übrigen Weichthieren, den Muscheln, Terebratulinen, Schlauchthieren und Rippenquallen, welche sich dadurch von den Kraken sehr bemerkenswerth unterscheiden. Der Embryo gleicht einem scheibenförmigen Kuchen und ist auf einer Seite mit Flimmerhärchen besetzt, welche die Bauchsohle der Schnecken das ganze Leben hindurch behält. Gleich beim ersten Beginne der Entwicklung sieht man den Embryo innerhalb der Eihülle, ja schon früher sogar den Dotter, in einer kreisenden Bewegung, deren Ursache bislang nicht erklärt worden ist. Schon vor dem Ausschlüpfen bildet sich der Anfang des Gehäuses. Einige Lungenschnecken gebären lebendige Junge.

Auch unter den Lungenschnecken zeichnen sich viele durch die bunte Färbung und Zeichnung ihres Gehäuses aus. Diese Farbe rührt von gefärbtem Schleime her, welchen die am Rande des Mantels liegenden Drüsen auf eine regelmäßige Weise aussondern und welcher bald die Schale völlig durchdringt, bald nur eine dünne firnißartige Lage auf derselben bildet. — Die nackten Lungenschnecken zeigen in Betreff der Färbung ihrer Haut mancherlei Veränderlichkeiten. So ist die gemeine Waldschnecke (Limax rufus) in einigen Gegenden roth, in andern fast immer braun, oder schwarz, mitunter aber auch elfenbeinweiß.

Zu den auf dem Lande lebenden Lungenschnecken gehören außer den bereits genannten und zahlreichen mit ihnen verwandten Arten unter andern auch die Glasschnecken (Vitrina), die Bernsteinschnecken (Succinea) und Achatschnecken (Fig. 875 und 876), die Bulimusschnecken und die Tönnchen (Pupa). In den Gewässern leben die Schlammschnecken (Fig. 877) und die Posthörnchen Fig. 878). Diese haben nur zwei Fühlhörner, an deren Grunde die Augen stehen. Die Posthornschnecken (Fig. 879) tragen ihr Gehäuse gerade in der Mitte des Rückens von vorn nach hinten gerichtet und jede Windung desselben umschließt

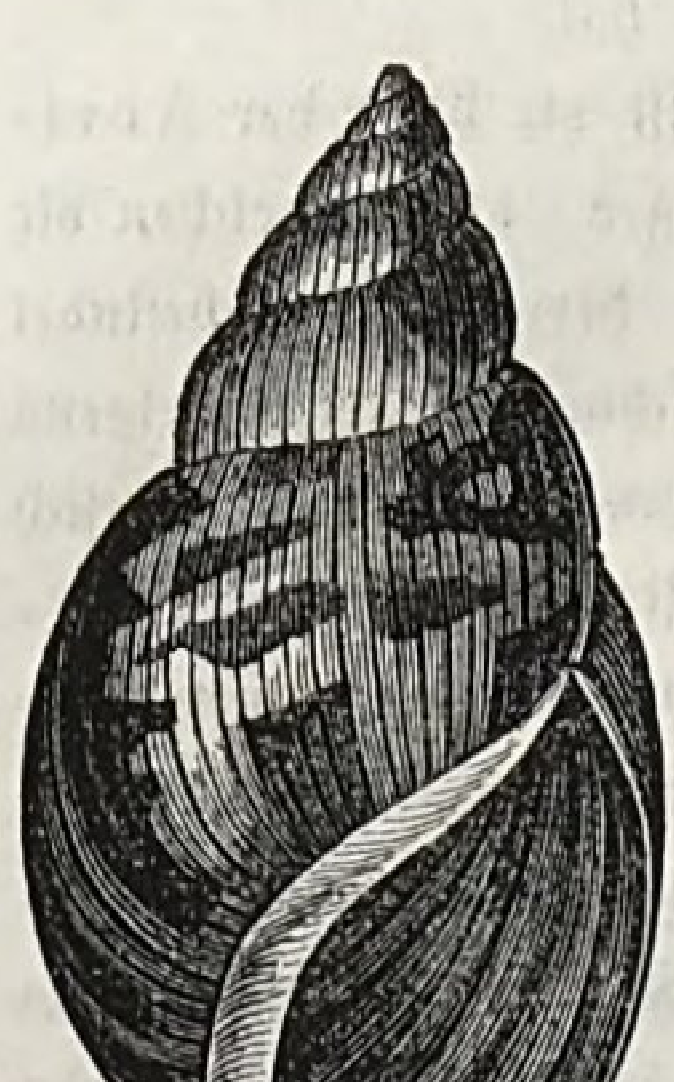


Fig. 875. Das Gehäuse der scheckigen Achatschnecke (Achatina Zebra). 1/2 d. nat. Gr.



Fig. 876. Das Gehäuse der Virginischen Achatschnecke (A. Virginea).



Fig 878. Das Gehäuse des gemeinen Posthörnchens (Planorbis corneus).



Fig. 877. Das Gehäuse der Schlammschnecke (Lymnæus stagnalis).

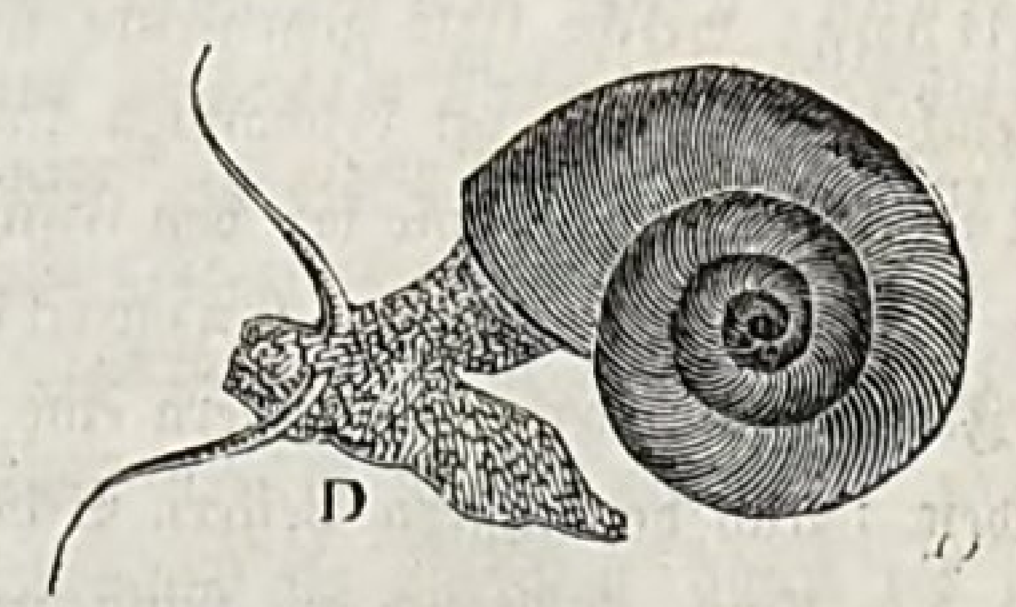


Fig. 879. Eine Posthornschnecke (Planorbis) kriechend. — D Bauchsohle (Fuß).

genau die frühere, so daß das Gehäuse nicht thurmförmig, sondern in der Mitte von beiden Seiten vertieft erscheint.

Die Landschnecken suchen im Winter Schutz in der Erde, wobei sie sich ganz in ihr Haus zurückziehen und die Mündung desselben mit einem hornähnlichen oder dickkalkigen Schlußstücke aus erhärtetem Schleime verschließen, welches man Deckel zu nennen pflegt. Die im Wasser lebenden Schnecken liegen die kalte Jahreszeit hindurch im Schlamme verborgen.

Alle Lungenschnecken fressen Pflanzenstoffe, theils frische, theils auch faulende.

Da man kein sicheres Kennzeichen besitzt, um die Gehäuse der Lungenschnecken von denjenigen der Kiemenschnecken, oder die Gehäuse der Landschnecken von denjenigen der im Wasser lebenden zu unterscheiden, so sind wir nicht im Stande mit Gewißheit zu sagen, ob unter den Schnecken, deren Ueberreste wir in den ältesten Formationen finden, auch schon Lungenschnecken u. s. w. gewesen sein mögen. Jedoch erkennt man schon in den Juraschichten einzelne Arten, welche von unsern Gartenschnecken kaum eine andere als nur eine Artverschiedenheit haben möchten. In der Kreideformation mehrt sich die Zahl dieser ähnlichen Formen und in den Tertiärgebirgen kann man glauben schon sämmtliche jetzt lebende Lungenschneckengeschlechter wieder zu finden (Fig. 880 und 881). In der jetzigen Schöpfung sind sie sehr zahlreich und ihre Gattungen bilden etwa den vierten Theil aller lebend bekannten Schneckengattungen. —



Fig. 880. Lymnæus longiscatus aus der Miocenformation.



Fig. 881. Planorbis euomphalus aus der Miocenformation.

Sechste Ordnung.

Die Kammkiemer. Ctenobranchiata.

(Nebst den Röhrenschnecken. Tubulifera.)

Die außerordentlich große Menge meistens dickschaliger Schneckengehäuse von der Kleinheit eines Hirsekörnchens bis zur Größe von zwei Schuhen, welche theils an unsern Meeresküsten von den Wellen ausgeworfen, theils von den Seefahrern aus allen Gegenden des Oceans für unsere Sammlungen herbeigebracht werden, gehört weitaus zum größten Theile solchen Schnecken an, welche in ihrer Organisation (Fig. 882) mit den Lungenschnecken fast ganz übereinstimmen, in ihrer Lungenhöhle aber ein Paar kammförmig blättriger Kiemen tragen, nach denen man sie benannt hat. Die Kammkiemer leben, mit wenigen Ausnahmen, welche, wie die Paludinen (Fig. 883), Ampullarien (Fig. 909), Melanien (Fig. 907), Rissoen, in Flußmündungen oder auch im Schlamme der Sümpfe und Seeen ihren Aufenthalt haben, sämmtlich im Meere. Ihre Gehäuse zeichnen sich durch Dicke und Festigkeit, durch die vielfachen Wülste, Dornen, Zacken (Fig. 884), mit denen sie häufig verziert sind, durch den Glanz und die unendliche Verschiedenheit und Pracht, der Färbung in hohem Grade aus. Die hervorragenden Wülste, Dornen und Zacken werden gebildet durch den freien Saum ihres Mantels. Da solche sich bei sehr vielen Gattungen in regelmäßigen Abständen auf den Umgängen des Gewindes wie-

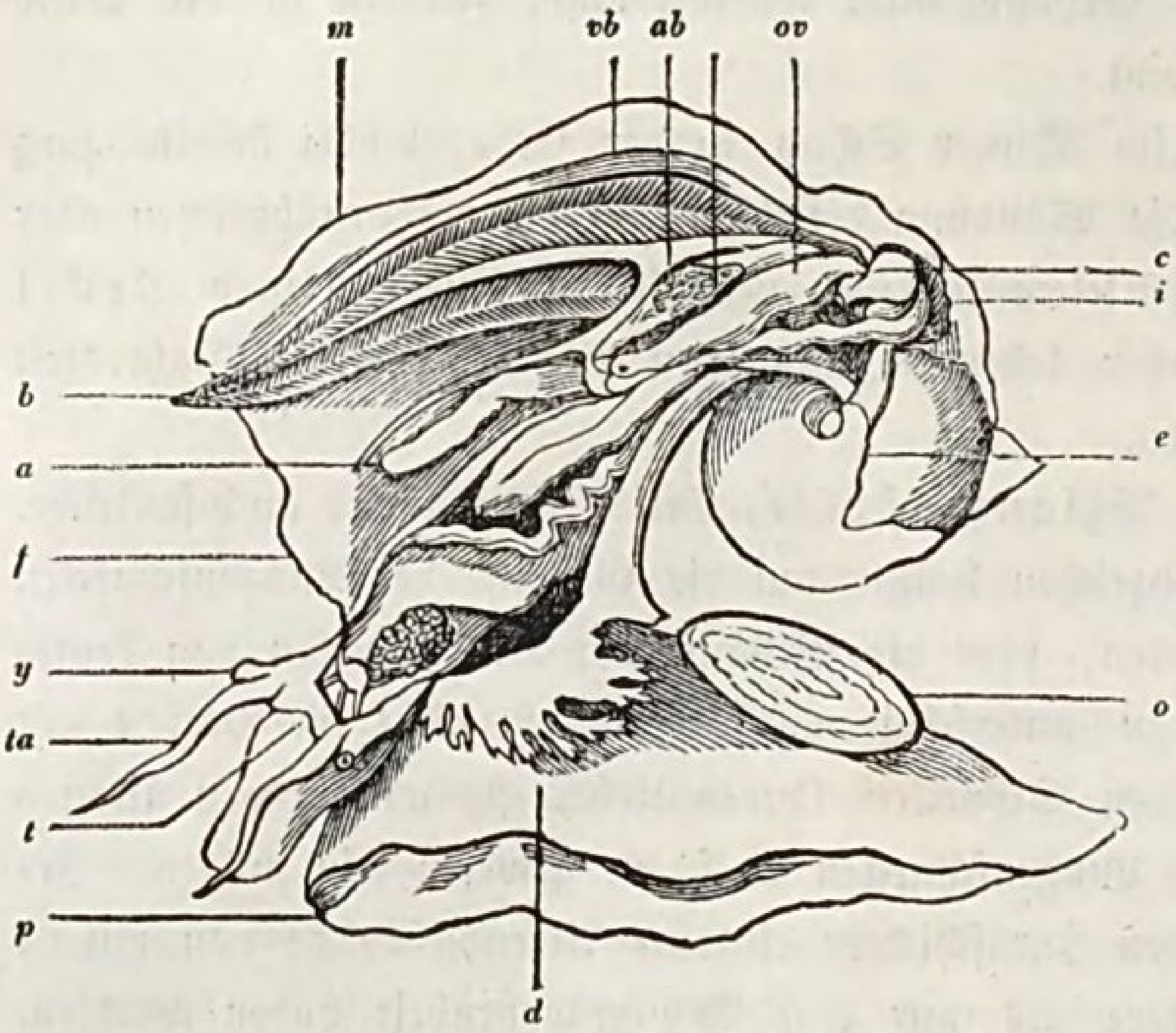


Fig. 882. Die Anatomie eines Kammkiemers, der Elsterschnecke (Turbo pica). *



Fig. 883. Das Gehäuse der lebendiggebärenden Brackwasserschnecke (Paludina vivipara).

* *m* Mantelsaum der aufgeschnittenen Kiemenhöhle; *b* Kiemen; *a* After, innerhalb der geöffneten Kiemenhöhle; *f* der natürliche Mantelsaum der Kiemenhöhle, welcher in seiner natürlichen Lage den Rücken des Thieres bedeckt, aber unter sich die Spaltöffnung zum Eintritte des Wassers läßt; *y* Augen; *ta* Fühler; *t* rüsselförmiger Mund; *p* Bauchsohle (Fuß); *d* der untere gefranste Hautsaum der Kiemenhöhlung; zwischen *d* und *y* sieht man in der geöffneten Nackengegend des Thieres das Kopfganglion und die Speicheldrüse; *o* Deckelschale, welche, wenn das Thier sich in seine Höhle zurückzieht, die Mündung des Gehäuses verdeckt; *e* Leber, Magen, Eierstock den innersten Theil des Gewindes füllend; *i* Darm; *c* Herz; *ov* Eierleiter; *ab* Kiemenarterie; *vb* Kiemenvene. —

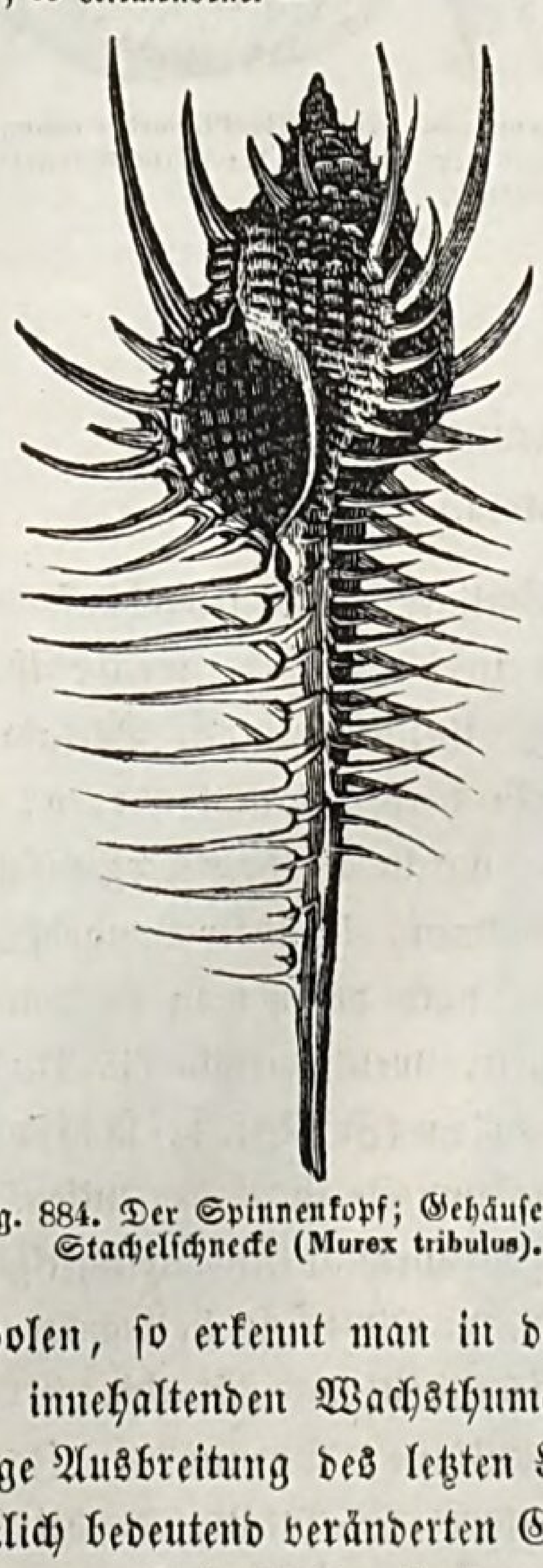


Fig. 884. Der Spinnenkopf; Gehäuse einer Stachelschnecke (Murex tribulus).

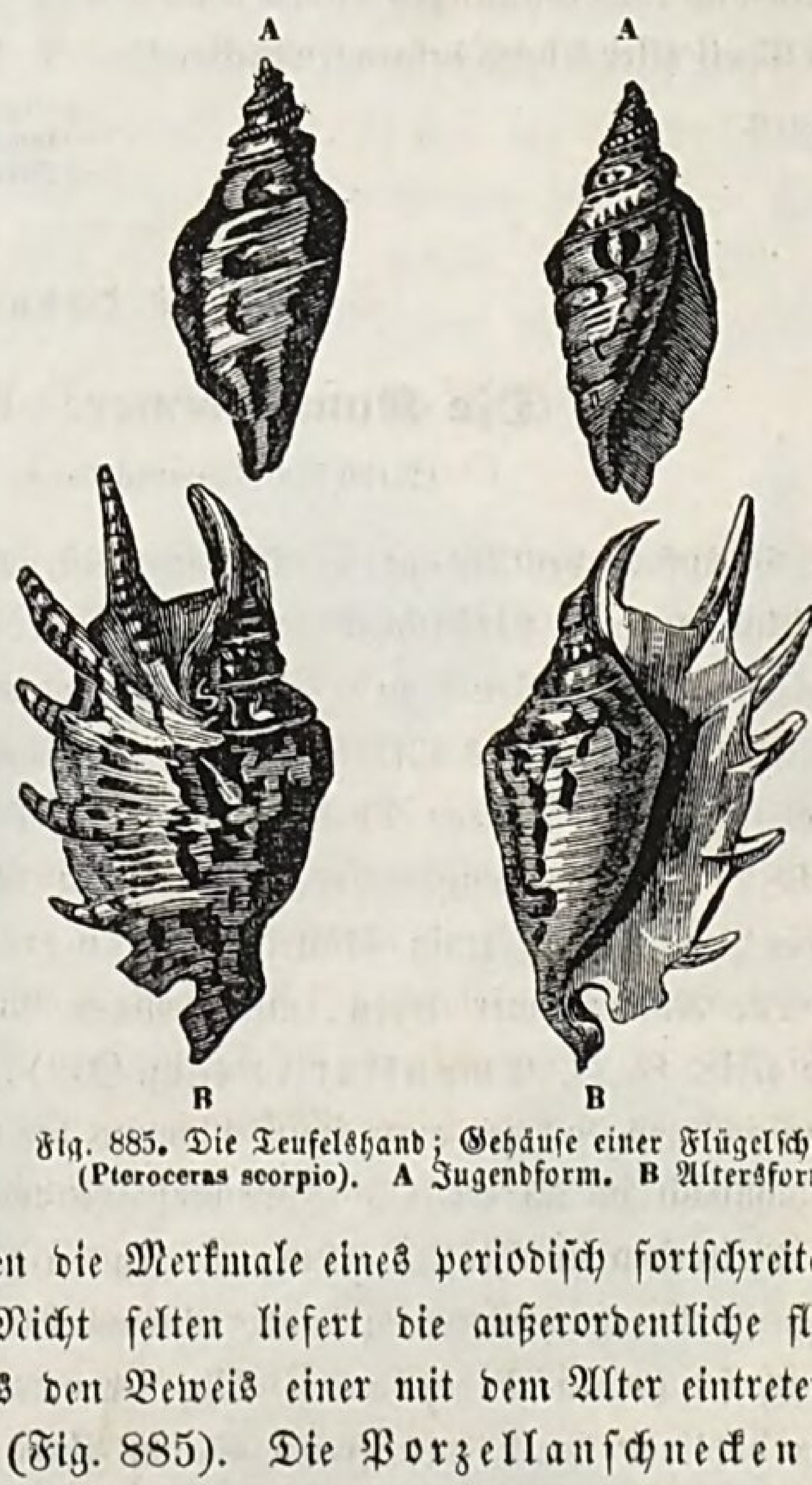


Fig. 885. Die Teufelshand; Gehäuse einer Flügelschnecke (Pteroceras scorpio). A Jugendform. B Altersform.

derholen, so erkennt man in denselben die Merkmale eines periodisch fortschreitenden und innehaltenden Wachsthumes. Nicht selten liefert die außerordentliche flügelartige Ausbreitung des letzten Randes den Beweis einer mit dem Alter eintretenden, ziemlich bedeutend veränderten Gestalt (Fig. 885). Die **Porzellanschnecken** (Fig. 886), deren Gehäuse, so lange sie noch wachsen, dem einer Walzenschnecke gleicht,

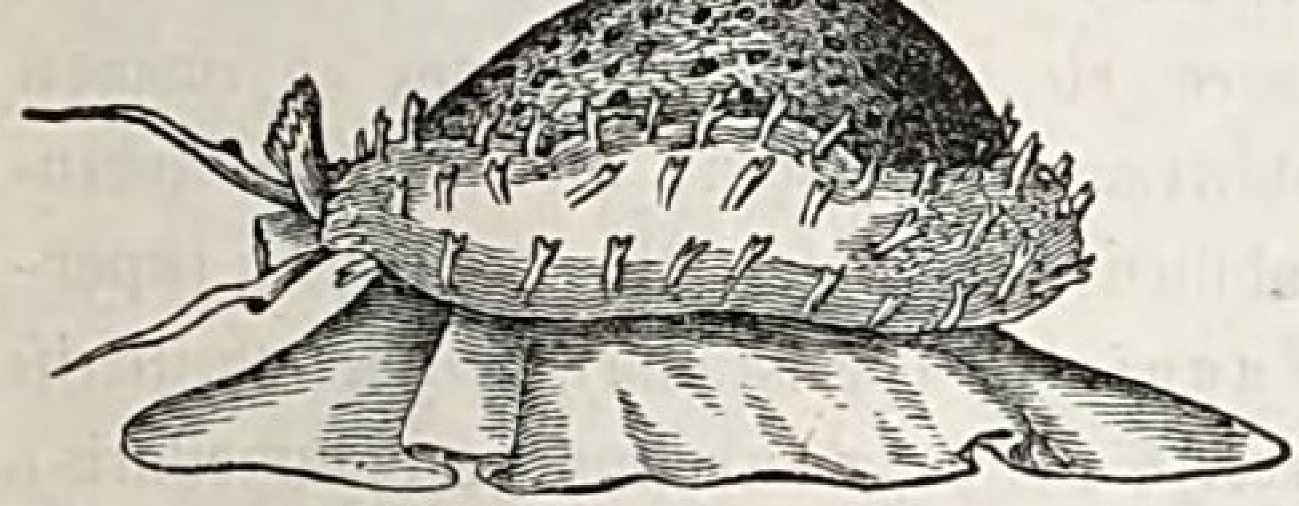


Fig. 886. Die punktirte Porzellanschnecke (Cypræa lynx kriechend.

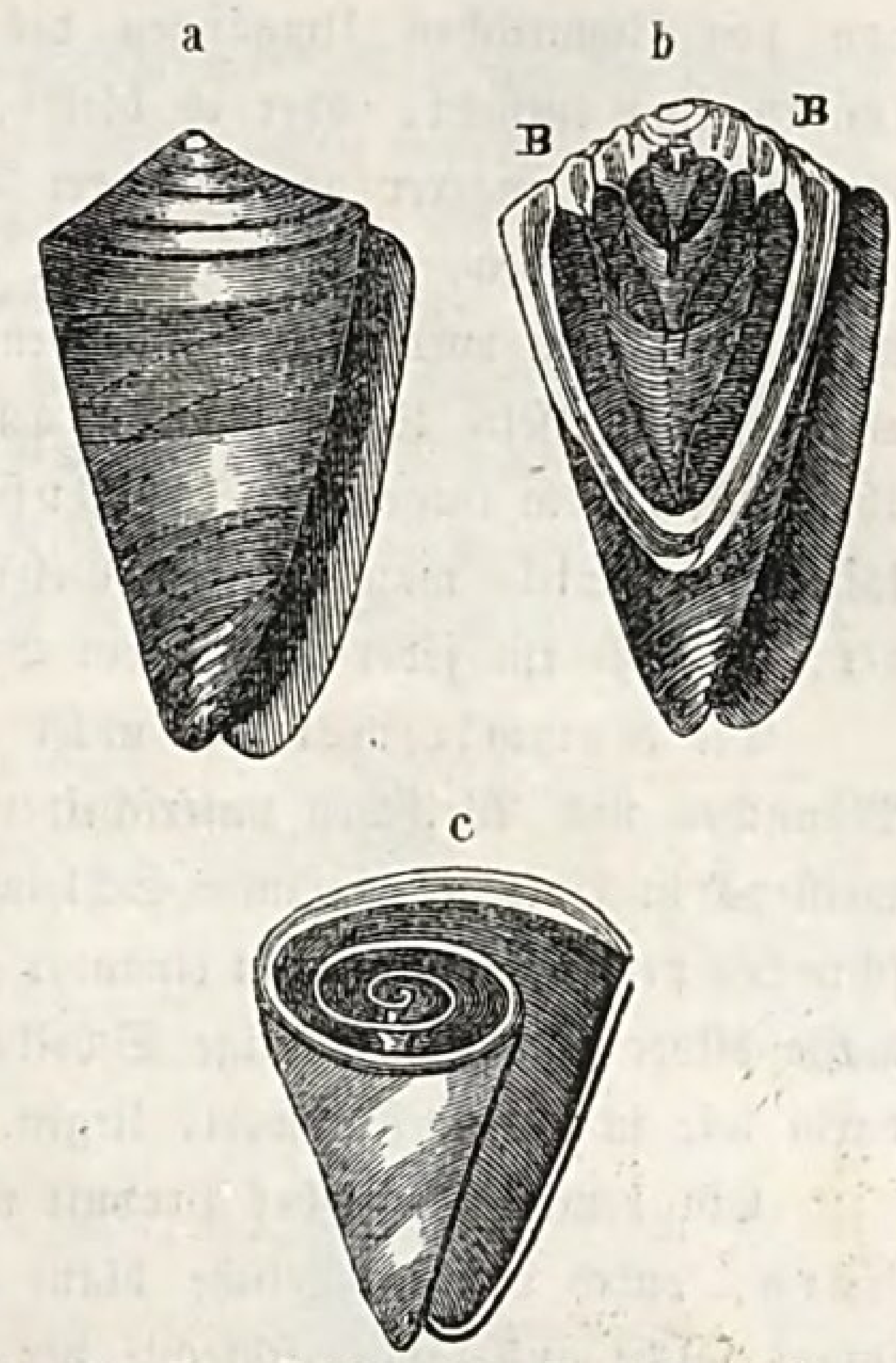


Fig. 888. Das Gehäuse einer Kegelschnecke (Conus miles). *

* a äußere Ansicht. b Längendurchschnitt; BB Gewinde. — c Querdurchschnitt.

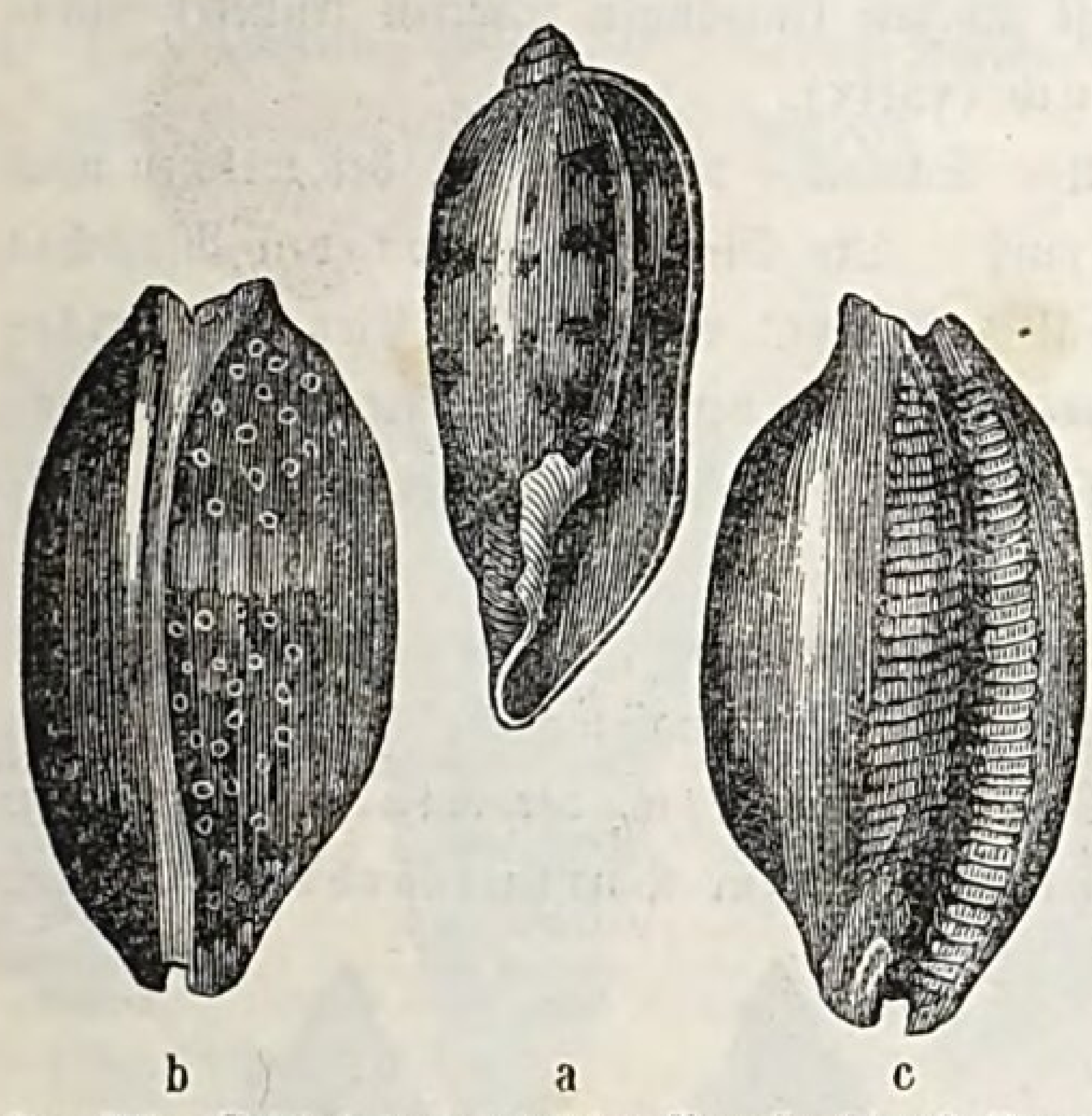


Fig. 887. Gehäuse der getüpfelten Porzellanschnecke (Cypræa exanthema). — a Jugendform; b u. c Altersform.

umhüllen dasselbe im Alter vermittelst der auf dem Rücken zusammengeschlagenen Mantellappen mit einer, das ganze Gewinde verdeckenden und sehr abweichend gezeichneten Kalkschicht, zuletzt aber noch mit einem dicken, einfach gefärbten Randwulste (Fig. 887). — Die Mündung der Schale ist bei manchen Kammkiemern sehr eng (Fig. 888). Dabei besitzen viele eine kürzere oder längere, rohrartige Kanalrinne, welche zur Einsaugung von Wasser in die Kiemenhöhle dient, und welche von einer Verlängerung des Mantels gebildet wird. Die meisten Thiere dieser Ordnung bilden sich hinter ihrem Gehäuse auf dem Ende des Rückens (Fig. 882) eine zweite Schale, welche jedoch nur plattenförmig, aber oft mit einer Spiralfurche versehen ist (Fig. 889), und, wenn das Thier sich in sein Gehäuse zurückgezogen hat, wie ein Deckel die Mündung desselben verschließt, in die es genau hineinpaßt.



Fig. 889. Schneckendeckel.

Da man von sehr vielen Schnecken nur die Gehäuse kennt, und diese überhaupt zur Erkennung der verschiedenen Gattungen von großer Wichtigkeit sind, so muß man die Ausdrücke kennen, welche zur Bezeichnung der Theile des Schneckenhauses in der Wissenschaft eingeführt worden sind. Man unterscheidet zuerst, ob die Schale eine einfache (testa simplex) sei, oder eine gewundene (testa contorta). Bei den letztern bildet der Theil, mit welchem das Gehäuse begonnen hat, den Gipfel oder Wirbel (vertex), der zuletzt gebildete Theil, worauf das Gehäuse am leichtesten ruht, den Grund (basis). Vom Wirbel zum Grunde läuft das Gewinde (spira) mit seinen einzelnen Umgängen (anfractus). Die Linie, um welche das Gewinde sich dreht, ist die Achse (axis) und diese wird entweder

von den sämmtlichen Umgängen des Gewindes berührt, so daß eine Spindel (columella) entsteht, oder es bleibt, indem die Umgänge nicht ganz an einander schließen, ein engerer oder weiterer Trichterraum dazwischen, oft nur eine Andeutung eines solchen, stets der Nabel (umbilicus) genannt. Die Oeffnung (apertura) bildet am vordersten Rande den Mundsaum (peristoma), welcher theilweise an der Spindelseite liegt, Innenrand oder Spindelrand (margo columellaris), theilweise diesem entgegengesetzt, Außenrand oder Lippenrand (margo externus, labrum). Sieht man auf dem Gehäuse an den Umgängen Spuren früherer Ränder, so heißt ein jeder solcher ein Bruch (varix).

Die Kammkiemer sind unter allen Schnecken die einzigen, bei welchen man Männchen und Weibchen unterscheiden muß. Die Eier werden von den Weibchen meistens in einer gemeinsamen Schleimhülle abgesetzt. So sind die Eier der Pirulaschnecken perlschnurförmig an einander gereiht und die verhärtete gallertartige Schleimmasse bildet gleichsam hautige Scheiben zwischen den einzelnen Eiern, so daß diese darin wie in einem Fachwerke liegen.

Ein bemerkenswerthes Produkt mancher Kammkiemer, ist der ziemlich reichliche Harn, durch dessen herrliche blaue oder rothe Färbung manche dieser Schnecken, zumal solche aus dem Geschlechte der Stachelschnecken, der Kinkhörner (Fig. 891), der Sturmhauben (Fig. 890), ehedem zur Purpurfärberei dienten.

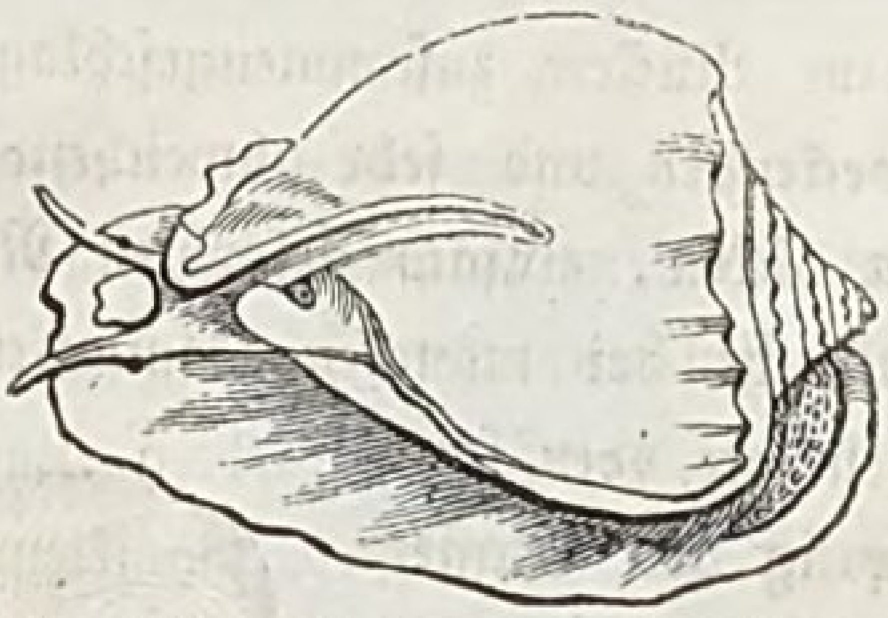


Fig. 891. Die Sturmhaubenschnecke (Cassis laevigata); die Bauchsohle, der Rüssel, die Fühler mit den Augen am Grunde und die Athmungsröhre im Nacken des Thieres sind ausgestreckt.

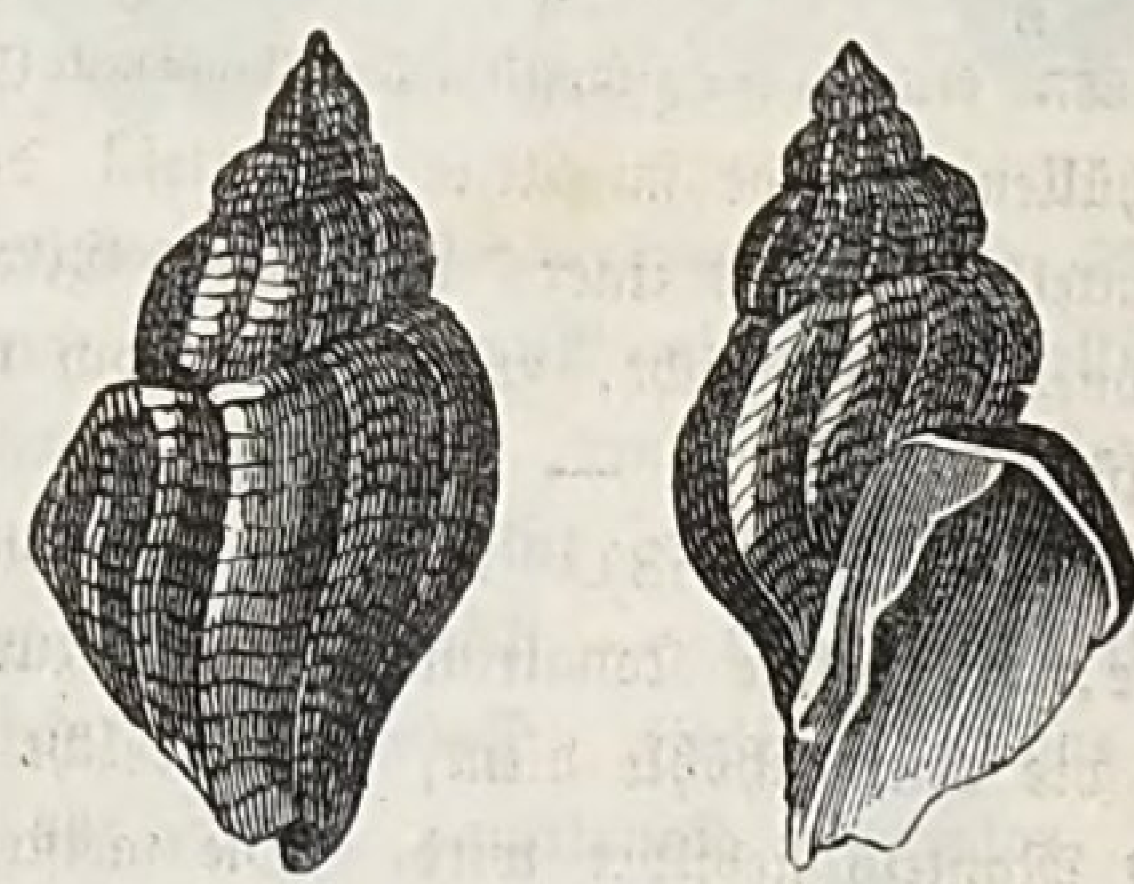


Fig. 890.
Das Gehäuse des Wellenkinkhornes (Buccinum undatum).

Die zahllosen Gattungen dieser Ordnung lassen sich naturgemäß nach ihrer Nahrung in zwei große Gruppen theilen, in Thierfresser (Zoophaga) und Pflanzenfresser (Phytophaga). Die meisten Kammkiemer fressen thierische Stoffe, einige nur todte, andere aber lebendige Thiere. Solche besitzen einen kürzern oder längern Rüssel, welcher durch eine Verlängerung der Oberlippe gebildet ist, und innerhalb desselben eine mit kleinen Häkchen versehene, feilen- und bohrerartig wirkende Zunge, mit deren Hülfe sie durch langsame und wiederholte Reibungen sehr harte Körper angreifen und fremde Thiere anbohren und auszehren. Hieher gehören die Kegelschnecken (Fig. 888), die Porzellanschnecken, die Flügelschnecken, die Cerithien (Fig. 894) und Nerinären (Fig. 893), die Stachelschnecken, die Kinkhörner, die Sturmhauben (Fig. 890) und viele andere. Es finden sich unter ihnen viele, welche an Mantel und Gehäuse einen seitlichen Ausschnitt oder eine Rinne besitzen. — Zu dieser Abtheilung gehören auch diejenigen Kammkiemer, deren Gehäuse nicht aufgerollt, sondern nur einfach napfförmig oder hutförmig gestaltet ist, die Mützenschnecken (Pileopsis) und Pantoffelschnecken

(Crepidula), deren Gehäuse mit denen gewisser Schildkiemer (Napfschnecken Patella) die größte Aehnlichkeit haben, sowie die mit seeohrenähnlichen Gehäusen versehenen Sigaretschnecken (Sigaretus). — Thierfressende Kammkiemer scheinen erst in der Mitte der Oolithperiode erschaffen zu sein; denn weder im Lias, noch in einer ältern Formation findet man von ihnen Spuren, zu welchen wir nicht allein Gehäuse selbst (Fig. 892 — 904), sondern auch die Bohrlöcher an andern Schalthieren rechnen, die Spuren ihrer Raubgier, welche man bei den Versteinerungen der Juraschichten, sowie der Kreideformation und der Tertiärbildungen nicht selten, nie aber bei ältern Petrefakten bemerkt.

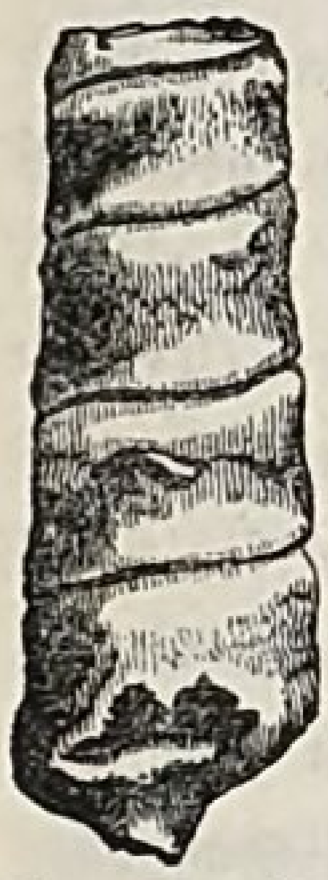


Fig. 892. Nerinæa Godhallii.



Fig. 893. Nerinæa Mosæ

Aus den Juraschichten der Oolithformation.



Fig. 895. Cerithium mutabile. Pliocenformation.

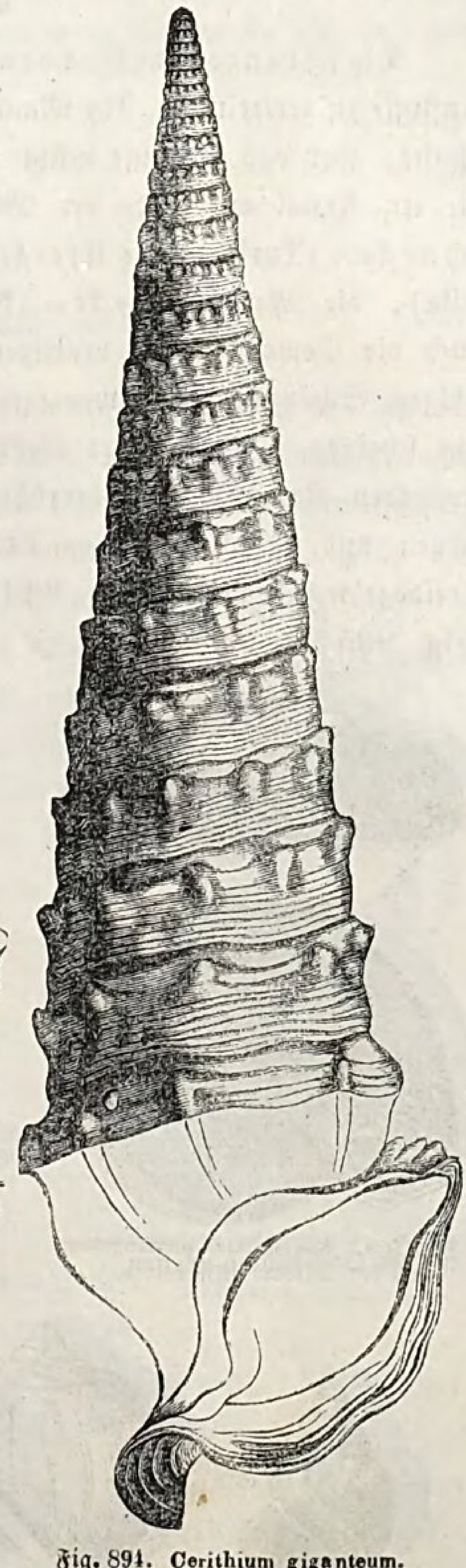


Fig. 894. Cerithium giganteum. Eocenformation.



Fig. 896. Mitra scabra Eocenformation.



Fig. 897. Terebellum fusiforme Eocenformation.

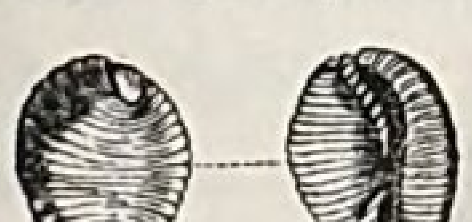


Fig. 899. Cypræa coccinelloides Pliocenformation.



Fig. 898. Rostellaria pes-pelecani. Pliocenformation

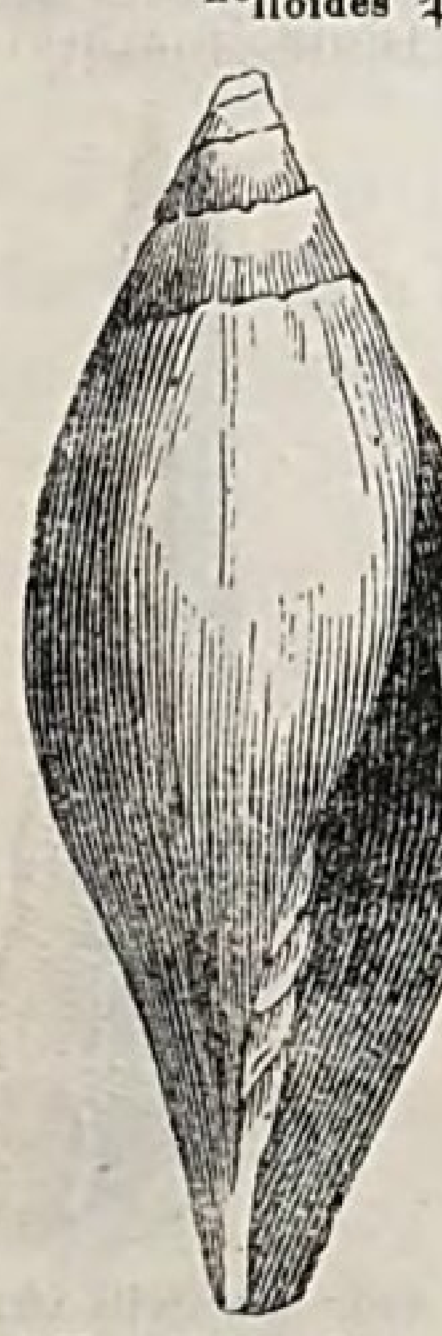


Fig. 900. Voluta Lambertii aus der Pliocenformation.



Fig. 901. Voluta athleta.


Fig. 902. Murex alveolatus

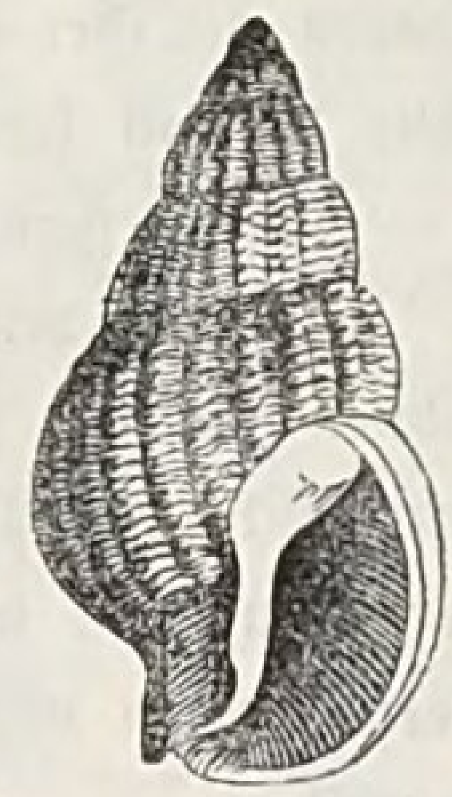

Fig 903. Buccinum prismaticum.


Fig. 904. Pleurotoma rotata.

Aus der Pliocenformation.

Die pflanzenfressenden Kammkiemer haben hornartige Kiefer, um pflanzenstoffe zu zerkleinern. Ihr Mantel hat meistens einen zur Kiemenhöhle führenden Ausschnitt, aber das Gehäuse besitzt selten einen solchen (Pleurotomaria), auch findet sich nie ein Kanal am Ende der Mündung desselben. Es gehören hieher die Kreiselschnecken (Turbo), die Uferschnecken (Littorina), die Thurmschnecken (Turritella), die Mondschnecken (Nerita) und viele andere Geschlechter, insbesondere auch die Bewohner des brackigen und salzlosen Wassers. Indessen sind diese in der jetzigen Schöpfung weit weniger zahlreich, als sie in frühern Perioden gewesen zu sein scheinen. Man findet Gehäuse, welche ihrer Bildung nach nur von pflanzenfressenden Kammkiemern herrühren können, schon in den ältesten Uebergangsgebirgen und in allen spätern Formationen, besonders häufig aber im Oolith- und Kreidegebirge, nach deren Ablagerung sie sich zu vermindern begonnen haben (Fig. 905 — 911).

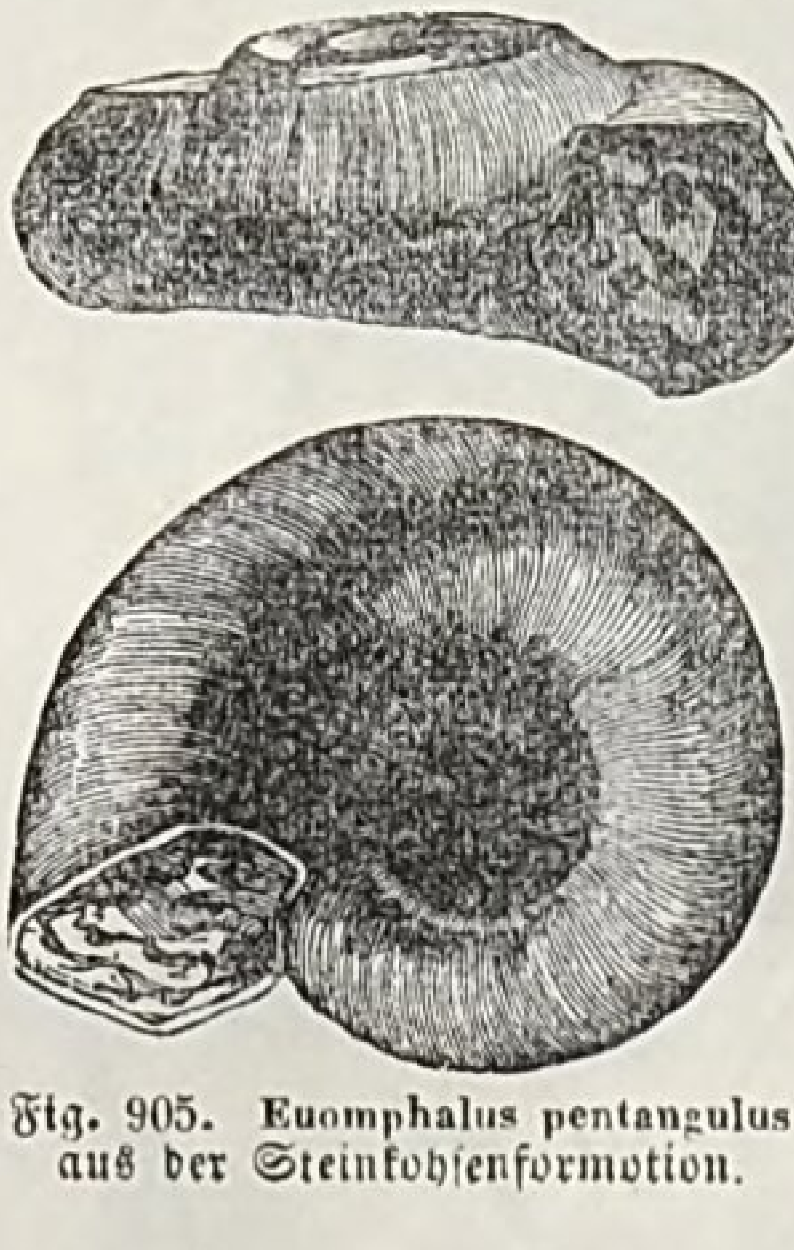
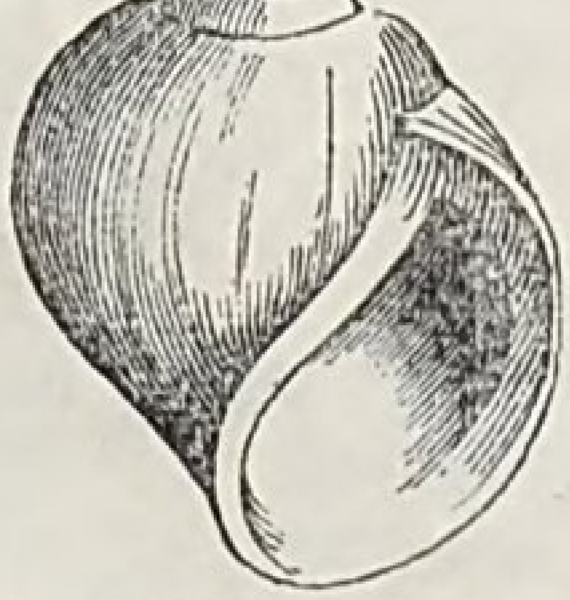

Fig. 905. Euomphalus pentangulus aus der Steinkohlenformation.


Fig. 906. Pleurotomaria conoidea aus den Doggerschichten (Oolithformation).


Fig. 907. Melania inquinata aus den Wäldenschichten (Oolithformation).


Fig. 908. Paludina lenta aus den Wäldenschichten.


909. Ampullaria acuta. Eocenformation


911. Turbo costarius. Pliocenformation.


910. Turritella imbricataria. Eocenformation.

Zu den Kammkiemern fügen wir sogleich die Röhrenschnecken (Tubulifera) oder Wurmschnecken (Vermetus, Siliquaria, Magilus) hinzu, welche eine kleine, einigermaßen abweichende Gruppe bilden. Die Gehäuse dieser Thiere sind wurmröhrenförmig, anfänglich aufgerollt, mitunter ziemlich unregelmäßig, später gerade oder nur gekrümmt und meistens auf andern festen Körpern befestigt. Die Röhre wird an ihrer Mündung durch einen Deckel verschlossen, hat aber einen seitlichen Spalt, wie einen vom Rande herein gemachten Einschnitt, aus welchen die kammförmigen, in einer kleinen Reihe liegenden Kiemen hervorragen. Die Röhrenschnecken sind nicht getrennten Geschlechtes. Ihre Gattungen sind wenig zahlreich, und man findet keine Spuren von ihnen in Schichten, welche älter sind, als die Juragebirge. In diesen aber, sowie in den Kreide- und Tertiärablagerungen erscheinen sie einzeln, stets zunehmend bis in die jetzige Periode.

Siebente Ordnung.

Die Kreiskiemer. Cyclobranchiata.

Die Kreiskiemer sind Schneckenthiere mit flach niedergedrückter Gestalt des von einer breiten Bauchsohle getragenen und von einem vollkommen schildförmigen Mantel bedeckten Körpers. Die breite Cirkelfalte des Mantels überragt den Bauch ringsum mit einem Saume, und tief unter ihr verborgen liegen rings herum im Kreise die Kiemen. Die Thiere dieser Ordnung, von denen sich einige durch Größe des Magens und Einfachheit des Darmes auszeichnen (Fig. 912), zeigen eine bedeutende Verschiedenheit. Bei den einen nämlich, den Napfschnecken (Patella), ist die Schale einfach flach schildförmig. Dergleichen Schalen findet man schon in den Schichten des Uebergangsgebirges und aller spätern Formationen und auch jetzt leben noch viele verschiedene Gattungen von Napfschnecken. Bei den andern Kreiskiemern, den Chitonen (Chiton), ist der Mantel auf dem Rücken des wurmartig verlängerten Körpers mit einer Reihe hornartig biegsamer und sich über einander schiebender Querschienen versehen, während der Rand desselben lederartig und oft auch mit kleinen perlenartigen Schilderchen besetzt ist. Die Chitonen bilden durch diese Bildung ihrer Haut die auffallendste Vereinigung der Merkmale eines Weichthieres mit denen eines Gliederthieres dar. Insbesondere sind sie nah verwandt mit den Prachtraupenwürmern (Aphrodite). Auch von ihnen enthalten schon die primären Formationen einzelne wohlerhaltene Ueberreste, während man in den sekundären noch keine, in den tertiären nur wenige Arten angetroffen hat. Gegenwärtig kennt man schon über 70 lebende Chitonenarten.



Fig. 912. Die Verdauungsorgane einer Napfschnecke (Patella). *

* M Mund; T eine lange Zunge, zurückgezogen; O Speiseröhre; S Magen, von welchem der Darm in mehren Schlingungen zum Vortheile des Körpers zurückkehrt. —

Achte Ordnung.

Die Flossenschnecken (Flügelfüßler). Pteropoda.

Die Flossenschnecken weichen in ihren Körperverhältnissen so bedeutend von den Gasteropoden ab, daß man sie als eine eigene Klasse betrachten kann. Dieselben sind Weichthiere mit zapfenförmigem Körperrumpfe und meistens ziemlich deutlichem Kopfe, mit einigen Fühlhörnern an diesem, am Nacken aber mit zwei flügelähnlichen Flossenlappen versehen, auf welchen letzteren sich die Blutgefäße verzweigen, wie auf Kiemen, deren Dienste sie in der That verrichten. Die Flossenschnecken sind theils völlig nackthäutig (Fig. 913), theils mit einer napf- oder trichterförmigen, sehr dünnen und glashellen Schale bedeckt (Fig. 914). Sie schwimmen frei in der hohen See, die Spitze des Leibes nach unten gerichtet und die Flossenlappen bald als Ruder, bald als Segel gebrauchend. Bei Tage leben dieselben in den Tiefen des Meeres, zur Nachtzeit aber kommen sie in zahllosen Schwärmen herauf, um beim Morgenlichte wieder hinabzusinken. In der jetzigen Schöpfung gibt es nur wenige Arten, deren Größe sich meistens unter einem Zolle hält. In den nordischen Meeren erscheint die Klio (Fig. 913), das sogenannte Walfischaas, eine Hauptspeise der Wale, in solchen Schaaren, daß das Wasser ganz mit diesen Thierchen erfüllt ist. Ebenso im Mittelmeere die Hyaläen (Fig. 914) und Cymbulien. Andere Gattungen werden in andern Gegenden ähnlich massenweise angetroffen. Auch in den tertiären Formationen sind hie und da Gehäuse von Cleodoren, Hyaläen und andern, den jetzt lebenden ähnlichen, Flossenschnecken entdeckt worden. Keine ältere Formation hat bislang Spuren von solchen dargeboten. Nur im Uebergangsgebirge und Steinkohlengebirge finden sich Gehäuse mitunter in Menge gesellig angehäuft, von denen man vermuthet, daß sie ähnlichen Geschöpfen angehört haben mögen. Es sind dieses die Versteinerungen, welche man Conularien (Conularia) und Coleoprionten (Coleoprion) benannt hat.



Fig. 913. Die Klio (Clio borealis).

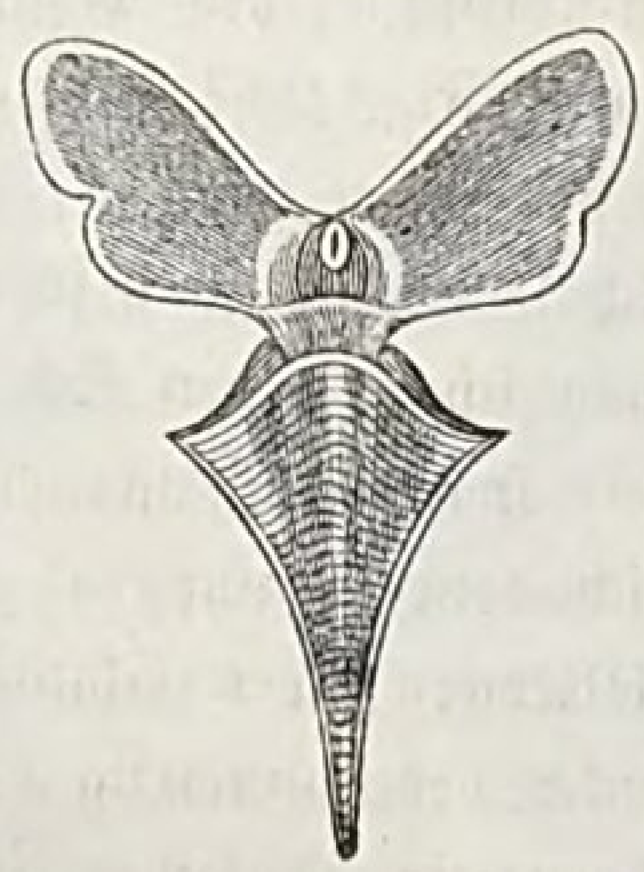


Fig. 914. Die hornige Hyaläe (Hyalæa cornea).

Rückblick auf die Klassen der Schnecken.

Die Mannigfaltigkeit in der Organisation der schneckenartigen Thiere ist so außerordentlich groß, bei aller ihrer innigen Verwandtschaft im Allgemeinen, daß es noch vieler genauer Untersuchungen bedürfen wird, bevor man im Stande sein kann, eine genügende Ordnung derselben nach ihrer Verwandtschaft durchzuführen. Besonders kennt man die Art und Weise, wie diese Thiere sich im Ei und später

mit fortschreitendem Alter entwickeln, noch nicht allgemein genug, um eine damit übereinstimmende reihenweise Anordnung der verschiedenen Familien bewerkstelligen zu können. Indessen einige Hauptpunkte stehen immerhin schon fest, und in mehrfacher Hinsicht folgen die Ordnungen, wie sie so eben angeführt worden sind, in einer naturgemäßen, der Entwicklung der einzelnen Arten sowie der ganzen Klasse entsprechenden Reihe auf einander. In der ersten Jugendzeit zeigen die meisten Schnecken einige Uebereinstimmung mit den Flossenschnecken, indem sie anfangs zwei große hautige Ruder- oder Segellappen zum Schwimmen, nicht aber einen zum Kriechen tauglichen „Fuß" besitzen. Dieser letztere entwickelt sich erst später, während die Ruder schwinden, mehr und mehr; so daß dadurch die mit einer ausgedehnten Bauchsohle versehenen Schnecken als die höchstentwickelten erscheinen. — Ferner ist der erste Anfang des Gehäuses stets schild- oder näpfchenförmig, oder, wenn gewunden, doch stets mit sehr weiter Oeffnung versehen. Endlich ist die Mündung der Gehäuse bei allen Schnecken anfänglich schlicht abgerundet, und erst später entwickeln sich die Zacken und Anhängsel, sowie die flügelartigen Ausbreitungen des Mantelsaumes und des Gehäuses. Hienach scheinen alle Schnecken, deren Ueberreste wir in den ältern Formationen von Bodenschichten erkennen, und welche kaum je andre, als ganz schlicht abgerundete Oeffnungen zeigen, auf einer niederen Entwicklungsstufe gestanden zu haben.

III. Klasse. Die Muschelthiere.

Die Muschelthiere, welche sämmtlich im Wasser leben, haben keine Spur eines Kopfes. Ihr Körper besteht nur aus einem Eingeweidesacke, welcher vom Rücken her mit zwei breiten, seitlich herabhangenden Mantellappen, bedeckt ist, deren Haut eine zweiklappige, auf dem Rücken beweglich zusammenschließende Schale (Fig. 915) bildet. Von dem Thiere selbst sieht man meistens äußerlich gar nichts, wie bei den Teichmuscheln und Austern. Mitunter aber klaffen die beiden Mantellappen am Vorder- und besonders am Hinterrande. Auch kommen Muschelthiere vor, bei denen sie nur einen kleinen vordern Theil des Körpers bedecken, welcher in diesem Falle eine lange, wurmähnliche Gestalt hat und auf seiner Haut noch eine besondere röhrenförmige Kalkkruste aussondert. So ist es bei den Bohrmuscheln (Bohrwürmern), die mit einer derartigen Kruste die Gänge auskleiden, welche sie sich in Holz und Steinen bohren. — Die beiden Mantellappen, deren Schale stets zwei vollkommen gesonderte Stücke bildet, sind meistens auch ringsum getrennt und nur an einem Punkte des Rückens mit dem Rumpfe des Thieres verwachsen, wie z. B. bei den Austern, oder sie sind

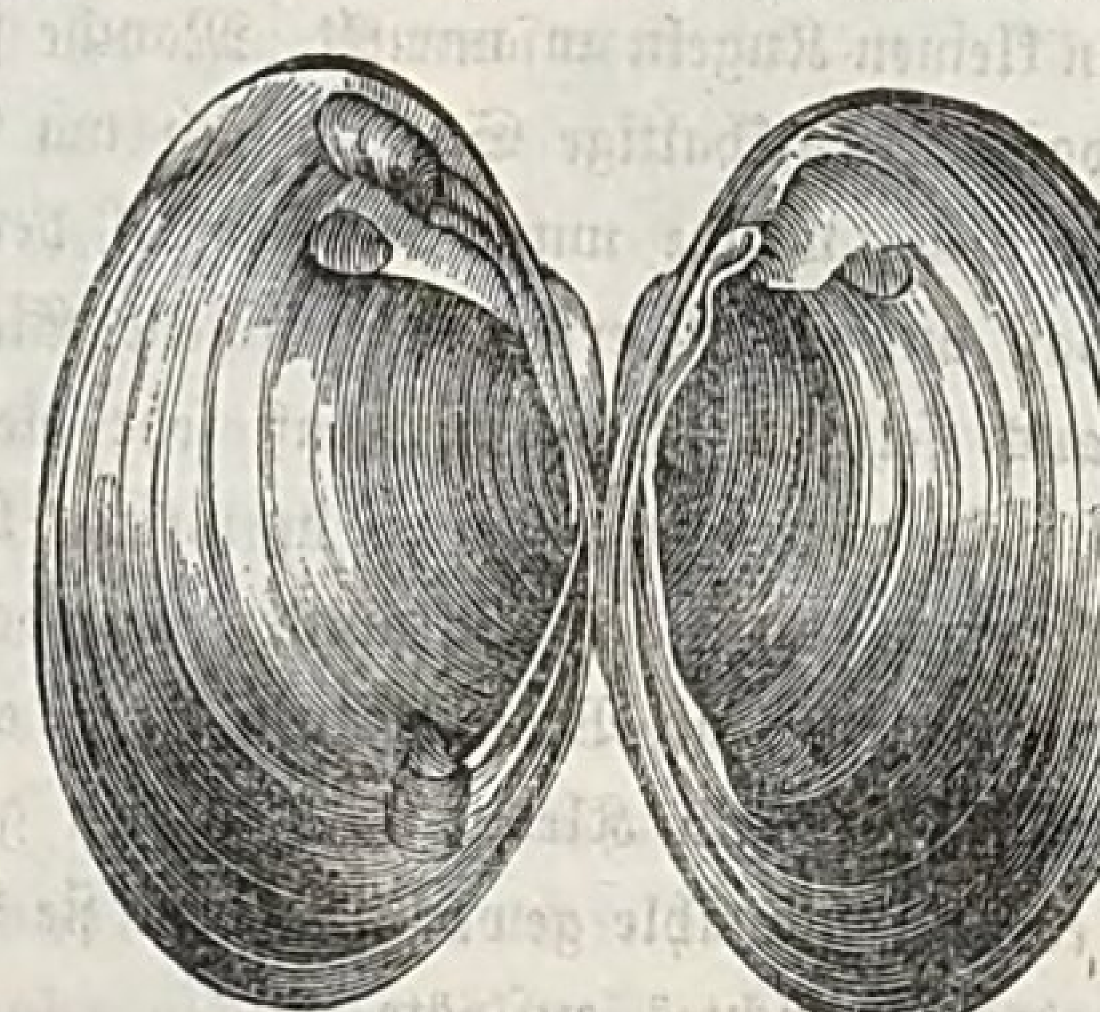


Fig. 915. Die beiden Schalenklappen der holländischen Malermuschel (Unio batavus) am Schloßrande zusammenhangend; innere Ansicht.

fast ganz mit ihren Rändern vereinigt, so daß sie nur vorn und hinten einen, hinten mitunter zweifachen, Schlitz zum Ein- und Ausgang der Nahrung, des Wassers u. s. w. offen lassen. Die Schale, welche ihn bedeckt, ist mitunter sehr zart und zerbrechlich, nicht selten aber sehr dick und außerordentlich fest. Sie wächst, indem das Thier größer wird, nicht bloß am ganzen Umfange des Randes, sondern verdickt sich zugleich lagenweise, wodurch sie äußerlich Zuwachsungsreifen und innerlich einen faserig blättrigen Bau zu haben pflegt, welcher letztere sich kundgibt sobald man eine Muschelschale erhitzt. Der Stoff, woraus dieselbe besteht, ist verhärteter thierischer Schleim und kohlensaurer Kalk. Ersterer verursacht in der Hitze einen Geruch wie von verbrannten Federn. An manchen Seeküsten brennt man aus den in unerschöpflicher Menge von den Meereswellen ausgeworfenen Muschelschalen Kalk zum Mörtel. Die Farbenschönheit und der Glanz der meisten Muschelschalen ist bekannt. Auf der innern Fläche ist niemals eine Färbung vorhanden, aber die weißliche Fläche glänzt bei manchen Gattungen mit einem angenehmen matten Silberschimmer und spielt oft in den schönsten Regenbogenscheinen. Solche Schalen verarbeitet man unter dem Namen Perlmutter (Fig. 916), einer Benennung, welche ihren Ursprung daher genommen hat, daß jener Stoff vorzugsweise von derjenigen Muschel gewonnen wird, welche in den Falten ihres Mantels die schönsten echten Perlen zu enthalten pflegt. Die so kostbaren Perlen sind selber nichts anders als eine besondere reine Perlmuttermasse, welche sich innerhalb der Fleischtheile des Muschelthieres in kleinen Kugeln ansammelt. Manche sind der Meinung, die Perlen entständen dadurch, daß der kalkhaltige Schleim sich um Sandkörnchen oder andre kleine drückende Körperchen, welche unter den Mantel der Muschel gerathen, ansetze. Andere behaupten, daß aus den Eierstöcken getretene Eier auf solche Weise umhüllt würden. Wie dem auch sei, es ist gewiß, daß sehr viele Muschelthiere Perlen enthalten, insbesondre häufig diejenigen, welche in unsern klaren Bächen leben. Die schönsten Perlen aber kommen von der Perlmutter im persischen Meerbusen. Da der kohlensaure Kalk sich in Essig mit Brausen auflöst, so erklärt sich daraus die Weise, in welcher die ägyptische Königin Kleopatra einst den gewetteten Preis der höchsten Verschwendung bei einem Gastmahle gewann, indem sie Perlen von ungeheurem Preise in der Essigbrühe eines Gerichtes auflöste.

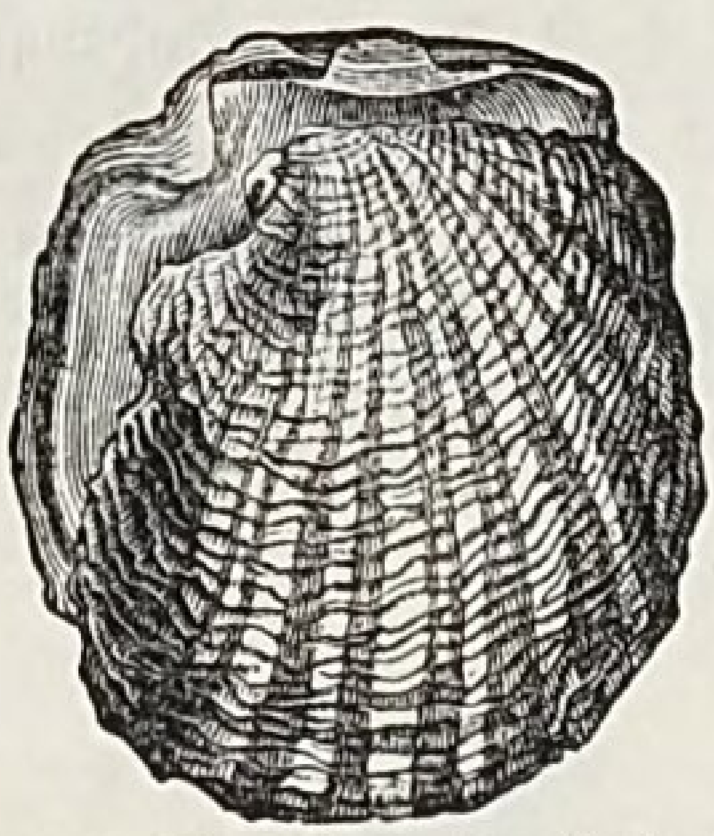


Fig. 916. Die Schalen der Perlmuttermuschel (Meleagrina margaritifera) 1/6 d. nat. Gr.

Bei den Muschelschalen (conchæ) oder Conchylien unterscheidet man folgende Theile. Auf dem Rücken (dorsum), wo ein sehr starkes Sehnenband (ligamentnm) beide Klappen zusammenhält, bildet sich hiedurch das Schloß oder die Thürangeln (cardo). Der Rückenrand der Klappen heißt daher Schloßrand (margo cardinalis). Derselbe ist entweder schlicht (simplex) oder er zeigt eine Grube (fossa) zur Einfügung des sehnigen Schloßbandes, oder Kerben (crenæ) und Zähne (dentes), mit denen beide Klappen in einander greifen, so daß mitunter ein wirklich thürhespenähnlicher Gelenkverband entsteht, welcher sich ohne Zerbrechung der Schloßtheile selbst nicht ausklüpfen läßt. Neben dem Schlosse haben die meisten Conchylien einen aufgetriebenen Buckel (umbo) an jeder Schale. Meistens sind

die Buckel schief, stets nach vorn umgebogen. Der Rand, zu welchem sie sich hinbeugen, heißt naturgemäß der Vorderrand (margo anterior) und der entgegengesetzte der Hinterrand (margo posterior), der dem Rücken entgegengesetzte Rand ist der Bauchrand (margo inferior, ventralis). Am Schloßrande stehen zwischen den Buckeln zwei kleine oft sehr ausgezeichnete Flächen, von denen die vordere das Mal oder der Mondfleck (areola, lunula), die hintere Schildchen (area) genannt wird. Besonders die Bildung des Schlosses ist charakteristisch für die verschiedenen Muschelgeschlechter und sie bleibt sich oft bei innerlich verwandten Thieren gleich, wenn auch deren äußere Gestalt sehr von einander abweicht. Die Schalen sind äußerlich oft mit einer Oberhaut versehen, aber meistens nutzt diese sich völlig ab, so daß unmittelbar die Kalkklappen bloß liegen. Diese sind oft glatt (glabræ), oft mit mannigfachen Reifen (striæ, rugæ) und Furchen (sulcus) versehen (striatæ, sulcatæ). Von diesen heißen diejenigen, welche von den Buckeln zum Bauchrande laufen, ausstrahlende (radiantes) oder Längsreifen &c. (longitudinales), auch Rippen (costæ), diejenigen aber, welche mit dem Rande gleichlaufen und selber früher Ränder gewesen sind, concentrische (concentricæ) oder Querreifen &c. (transversales). Andere Unebenheiten und Anhängsel werden als Buchten (sinus), Falten (plicæ), Dornen (spinæ), Stacheln (aculei), Schuppen (squamæ) u. s. w. bezeichnet. Schließen die Blätterlagen der Kalkschichten nicht überall fest an einander, sondern enthalten hie und da mit Gallerte erfüllte Zwischenräume, so heißen die Schalen blasig (vesiculosæ).

Die Gestalt der Schalen ist unendlich mannigfaltig. Wichtig sind uns nur einige Hauptverhältnisse. Viele Conchylien nämlich haben zwei völlig gleichartige Klappen (Fig. 917), und diese sind bald im Vordertheile eben so gebildet, wie im Hintertheile, symmetrisch regelmäßig, bald an letzterem Theile verlängert, unsymmetrisch. Dieser letztere Fall ist am häufigsten. Manche Conchylien aber haben ungleiche Klappen (Fig. 918), deren eine vertieft und groß ist, während die andere, kleinere, nur einen flachen Deckel bildet. In letzterem Falle nennt man auch wohl die größere Klappe die Unterschale u. s. w. Auch bei solchen ungleichklappigen Conchylien können die Klappen symmetrisch (Fig. 937) oder unsymmetrisch (Fig. 931) sein. Die Ungleichheit und Unregelmäßigkeit nimmt mit dem fortschreitenden Alter mehr und mehr zu.

In der Größe zeigen die

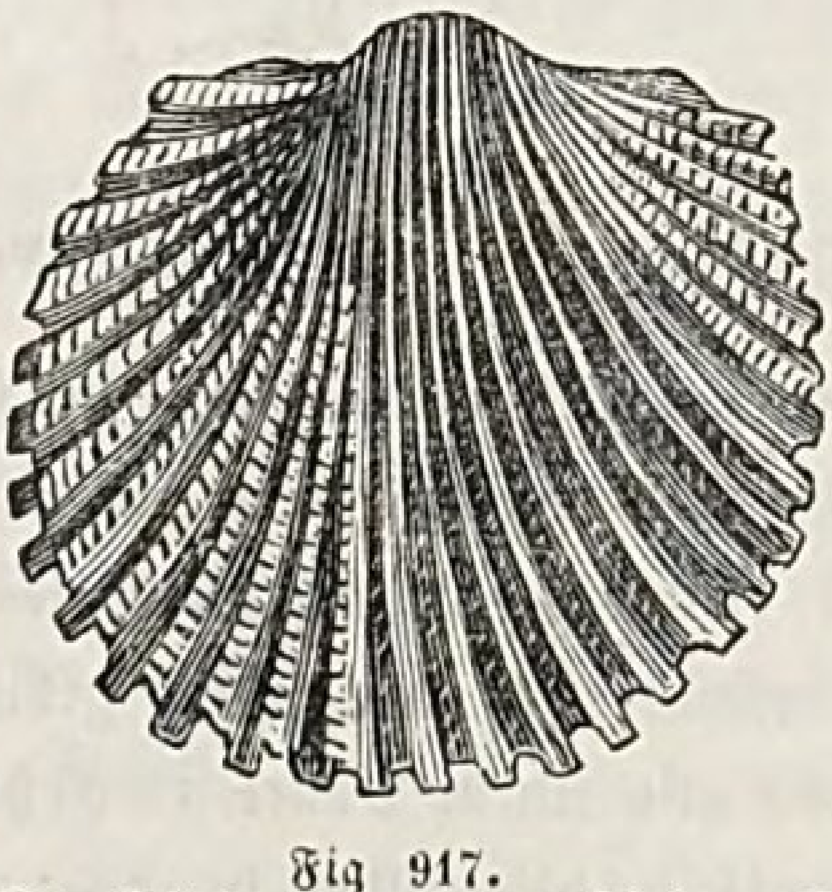


Fig. 917.
Die Schale einer Herzmuschel (Cardium porulosum).



Fig. 918
Die Schale der Hufeisenmuschel (Anomia ephippium).

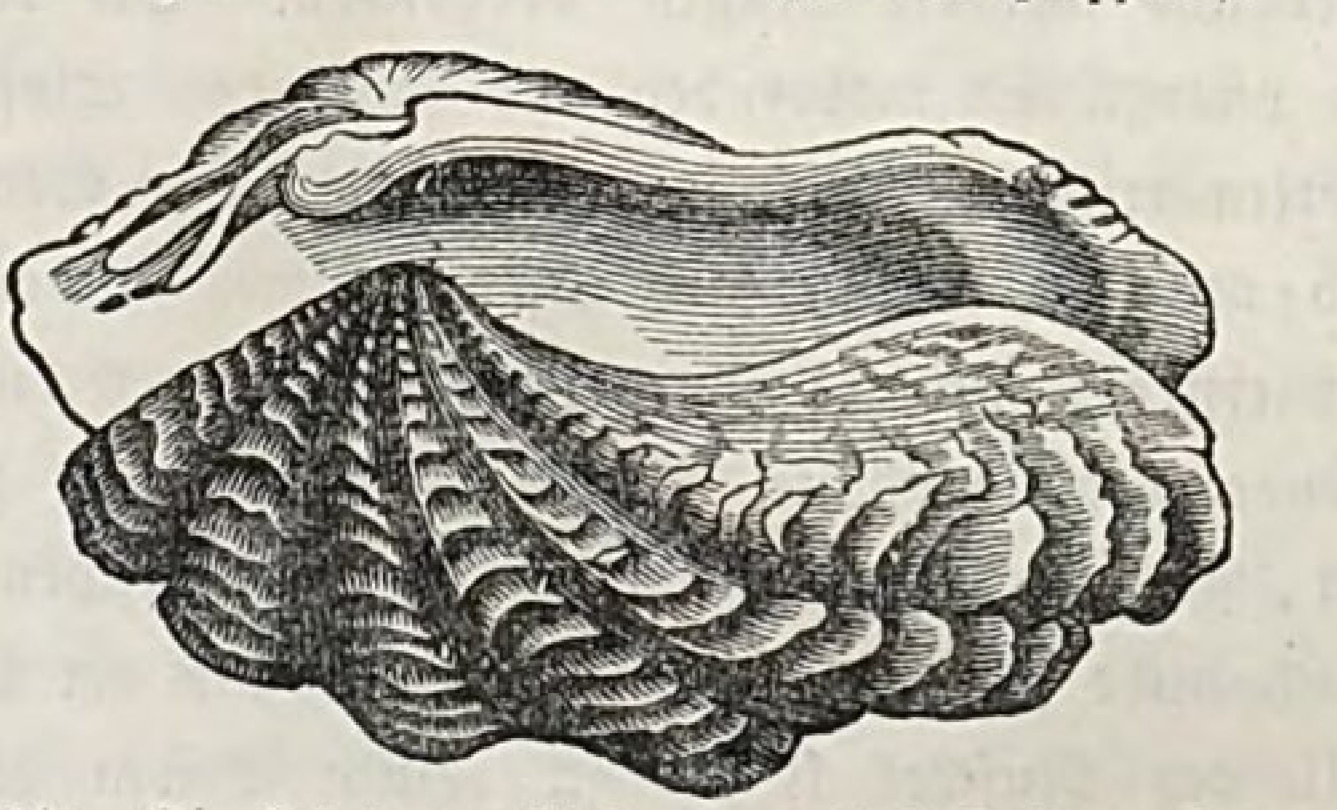


Fig. 919. Die Schale der Riesengienmuschel (Tridacna gigas).
$^1/_{16}$ d. nat. Gr.

verschiedenen Muschelarten die größten Unterschiede. Man kennt deren, welche kaum dem Auge bemerkbar sind, während das Gehäuse der Riesengienmuschel (Fig. 919) eine Größe von 6 Schuhen und ein Gewicht von mehren hundert Pfunden erreicht.

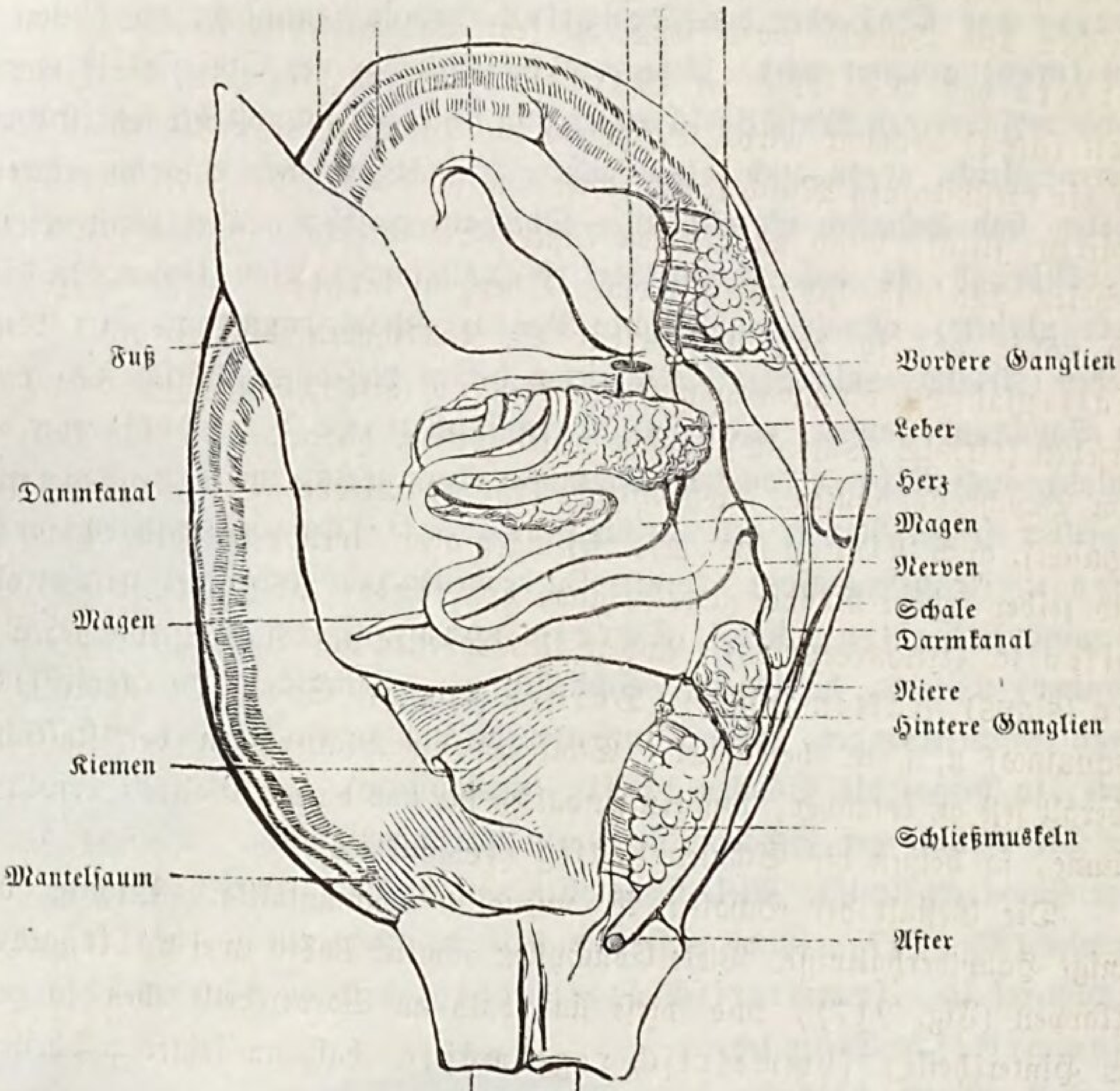


Fig. 920. Die Anatomie einer Trogmuschel (Mactra); vergrößert.

Die innere Organisation der Muschelthiere ist sehr einfach (Fig. 920). Innerhalb der Mantellappen liegt, meistens den vordern, bauchigern Theil der Schale einnehmend, der Rumpf des Thieres, welcher die Verdauungsorgane umschließt. Ganz an der Vorderseite befindet sich der völlig gebißlose Mund, zwischen einigen Falten versteckt und meistens mit einem Paare fühlhörnerartiger Läppchen umgeben. Eine einfache Speiseröhre führt in den darmähnlichen Magen. Mitunter sind mehrere Magen vorhanden. Die Nahrung besteht in allerlei thierischen und pflanzlichen modernden und faulenden Stoffen, besonders aber in dem an Infusorien reichen Schlamme am Grunde der Gewässer. Ein mehrfach um die große Lebermasse gewundener Darm öffnet sich entweder innerhalb der Muschelschalen oder erstreckt sich als ein mehr oder weniger langer Afterschlauch aus dem Hinterende der Conchylie hervor. Wo derselbe zwischen den Mantellappen hindurch tritt, sind diese letztern mit fühlhörnerähnlichen Fransenanhängseln versehen, welche jedoch nicht selten auch den ganzen Rand der Mantellappen umgeben. Im Hintertheile der Muschel liegen zu beiden Seiten des Bauches unter den Mantellappen, den Afterschlauch umgebend, doppelte gefäßreiche Kiemen, in Form von lappigen

Blättern, zwischen denen das Wasser hindurchströmt. Bei den Thieren, deren Mantel am Bauche geschlossen ist, bilden diese Kiemen am Hinterrande sich vereinigend einen Athmungsschlauch, welcher unter dem Afterschlauche hervorragt (Fig. 921), mitunter aber auch mit diesem zu einem Doppelrohre verbunden ist. Das

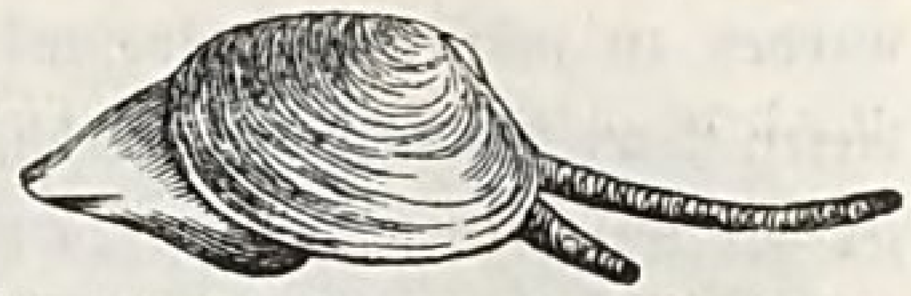


Fig. 921 Die Sonnentellmuschel (Tellina incarnata) kriechend, mit ausgestreckter Bauchmuskelmasse (Fuß) und lang vorragendem Athmungs- und Afterrohre.

Blut wird aus den Kiemen vermittelst ausgebildeter Adern in das Herz geführt, welches in der Gestalt eines dicken Schlauches im Rücken des Thieres unter der Schloßgegend liegt und bei vielen Gattungen vom Darmkanale durchzogen ist. Aus dem Herzen verbreiten Arterienadern das Blut in alle Körpertheile; aber es sind keine Venen vorhanden, welche dasselbe wieder auffammeln und zu den Athmungsorganen zurückführen, sondern die Zwischenräume der Organe und Gewebe, ja selbst die Höhlungen des Eingeweidesackes vertreten die Stelle derselben.

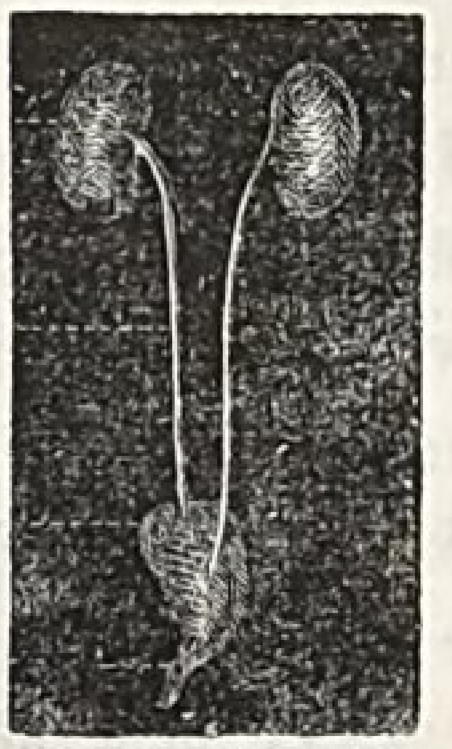


Fig. 922. Die Nieren des Menschen. *

* a Nieren zu beiden Seiten des Rückgrates gelegen; b Harnleiter (Ureteren); c Harnblase, im Unterleibe gelegen und zur Ansammlung dienend; d Harnröhre, Ausführungsgang.

Auch in den Kiemen verbreitet sich das Blut nur in den Geweben, ohne in besondern Gefäßen eingeschlossen zu sein. Hinter dem Herzen befindet sich ein meistens schwärzlicher, mit drüsigen Wandungen versehener Sack, durch welchen das meiste Blut in die Kiemen gebracht wird. Dieser Sack ist eine Niere, wie die in den Drüsen enthaltene Harnsäure beweist. Bei keiner noch niedern Thierklasse hat man bislang Spuren eines solchen Harnabsonderungsorganes entdeckt. Von der großen Vollkommenheit der Einrichtung der Nieren bei den vollkommensten Thieren (Fig. 922) haben wir diese zu gleichem Zwecke dienenden Apparate durch alle Thierklassen hindurch bis zu diesem letzten Rudimente verfolgen können.

Das Nervensystem der Muschelthiere besteht nur aus einigen Ganglienknötchen, welche einerseits über dem Schlunde, andererseits unter dem Afterdarme liegen und einige Hauptnerven in die verschiedenen Theile des Körpers senden. Die Sinne sind bei dieser Thierklasse sehr wenig entwickelt. Augen, freilich sehr einfacher Art, finden sich bei vielen Geschlechtern, z. B. bei den Kammmuscheln (Pecten), den Austern (Ostrea), den Spondylen (Spondylus), Steckmuscheln (Pinna), Anomien (Fig. 918) u. s. w. Entweder stehen solche am ganzen Mantelrande herum auf kleinen beweglichen Stielen zwischen den Fransenanhängseln, oder sie sind am Vordertheile in Gruppen zusammengedrängt. Immer erkennt man sie an der zur Sammlung der Lichtstrahlen dienenden Krystalllinse. Die erwähnten Anhängsel sowie die Falten und Läppchen neben dem Munde dienen dem Tastsinne. Der Geruch und Geschmack fehlt entweder gänzlich, oder es besitzen vielleicht Theile des allgemeinen Hautüberzuges die Empfänglichkeit für die betreffenden Reize. Alle Hautoberflächen der Muschelthiere, die innern wie die äußern, sind mit mikroskopischen Härchen besetzt, welche sich stets in flimmernder Bewegung befinden. Dergleichen flimmernde Härchen scheinen, obgleich die Art ihrer Wirkung noch keineswegs aufgeklärt ist, und obgleich auch die Ursache ihrer steten Bewegungen uns noch völlig räthselhaft bleibt, als sehr wichtige Vermittler der Funktionen derjenigen Häute, welche mit ihnen versehen sind, der Flimmerepithelien, angesehen

werden zu müssen. Insbesondere für die Ernährung und Athmung und für alle mit diesen Verrichtungen in Verbindung stehenden Vorgänge sind sie jedenfalls von größter Wichtigkeit. Wir finden dieselben bei den höhern Thierklassen nur in den Athmungs- und Ernährungskanälen, z. B. beim Menschen schon auf der, den Geschmacks- und Geruchssinn vermittelnden, Schleimhaut des Mundes und der Nase. Bei den Würmern ist oft das Flimmerepithelium an äußern Körpertheilen entwickelt. Bei den Schnecken erscheint schon die Bauchsohle nebst einigen andern Körpertheilen mit Flimmerhärchen bedeckt; übereinstimmend damit müssen wir vermuthungsweise der äußern Hautfläche der Schnecken gewisse Funktionen zuschreiben, welche, wie der Geruchssinn, offenbar jenen Thieren keineswegs fehlen und welche doch nicht durch eigenthümliche Organe vermittelt werden. Bei den niedrigsten Thierklassen werden wir die äußere Hautoberfläche in demselben Grade allgemeiner mit Flimmerepithelium bedeckt finden, als die verschiedenen Funktionen, indem besondere Organe für dieselben fehlen, von der allgemeinen Hautoberfläche der Thiere verrichtet werden. — Für die Zitterungen des Schalles scheint ebenfalls die ganze Haut der Muschelthiere empfänglich zu sein, indessen sind, wie bei den Schnecken, in der fleischigen Bauchsohle oder dem Fuße mitunter, vielleicht immer, besondere Bläschen enthalten, welche mit Flüssigkeit und kleinen Kalksteinchen erfüllt sind, und welche mit den Gehörorganen anderer Thiere verglichen werden dürfen.

Es war noch nicht die Rede von den Muskeln der Muschelthiere. Eine sehr derbe, zungenförmige Muskelmasse, der sogenannte „Fuß" bildet die Bauchsohle und wird aus dem Vordertheile der Schale hervorgestreckt, wenn das Thier kriechen will (Fig. 923), wobei es im Schlamme Furchen zu hinterlassen pflegt. Manchen Muscheln ist gar keine Ortsveränderung gestattet, indem sie mit einem Theile ihrer Schale an feste Gegenstände, oft an die Schalen ihrer Mutterthiere angewachsen sind. Die meisten schieben sich langsam vorwärts, doch gibt es auch solche, welche wie die Kammmuscheln (Pecten), „die Schmetterlinge des Meeres", mit Hülfe der Schalenklappen, die sie wie Flügel gebrauchen, flatternd hüpfen können.

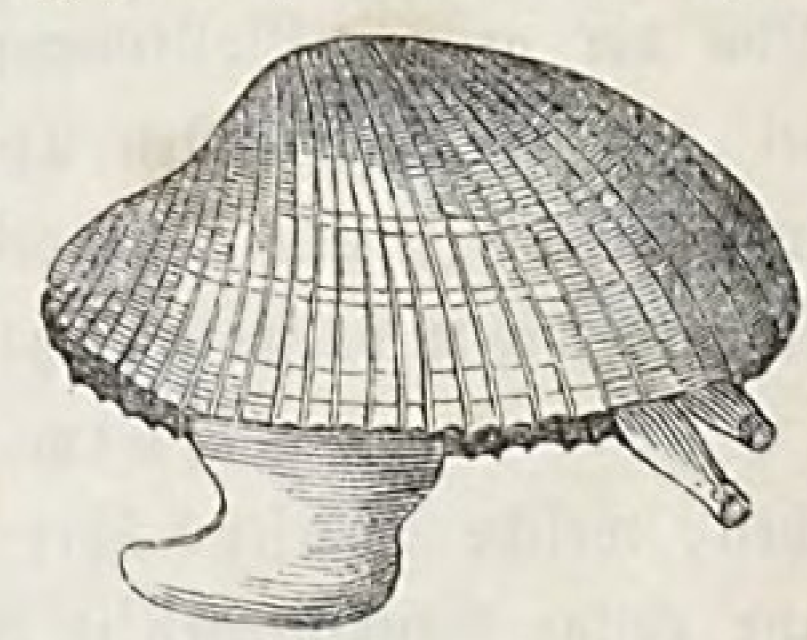


Fig. 923. Die Herzmuschel (Cardium edule) kriechend, mit ausgestrecktem „Fuße", Athmungsrohre und Afterrohre.

Der Fuß ist bei manchen Gattungen mit einem Büschel hornig sehniger Fäden, einem sogenannten Byssus versehen, welcher aus einer am Fuße befindlichen besondern Schleimdrüse (Byssusdrüse) als ein Seidenschleim ausgesondert wird und mit welchem die Thiere an feste Körper sich anhängen und festleimen. Bei den Steckmuscheln (Pinna) erreichen diese goldbraunen Fasern eine solche Länge und Zartheit, daß man sie wie Seide zu Gespinnsten und Geweben verarbeiten kann. Sehr wichtig sind die Muskeln, welche den Verschluß der Schalenklappen bewirken. Zu diesem Zwecke dienen nämlich starke Bündel von Quermuskeln, welche an die Mantelhaut selber angeheftet sind, quer durch den Eingeweidesack hindurchgehen und nach Belieben des Thieres die Schalen zusammenhalten oder, indem sie sich ausdehnen, die Oeffnung derselben gestatten, welche letztere dann durch die Elasticität des Schloßbandes von selber veranlaßt wird. Je nachdem die Quermuskeln der Muschelthiere zu einer gemeinsamen Masse vereinigt sind (Fig. 924), oder aber in eine vordere, vor dem Munde befindliche und eine zweite, am Hinter-

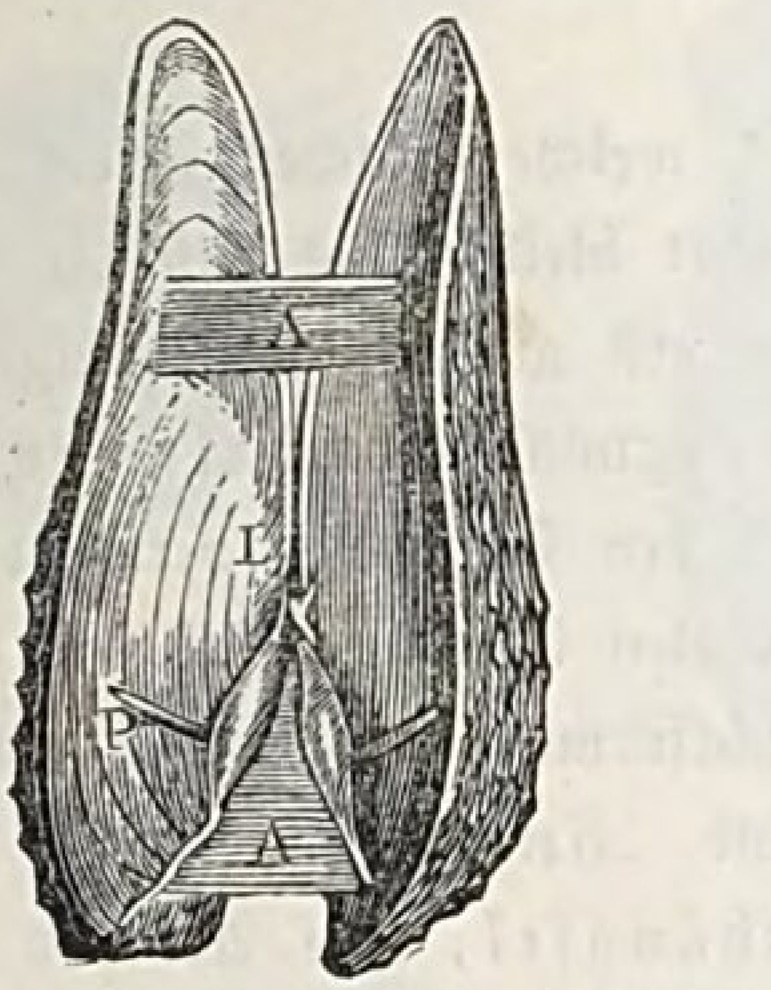


Fig. 925. Die Schalen der glänzenden Pholade (Pholas candida) mit Bezeichnung der die Schale bewegenden Muskeln. *

* A A vorderer und hinterer Schließmuskel; L Schloßband; P Vorspringende Kalkgräten der Schloßränder mit den daran gehefteten schiefen Muskeln. —

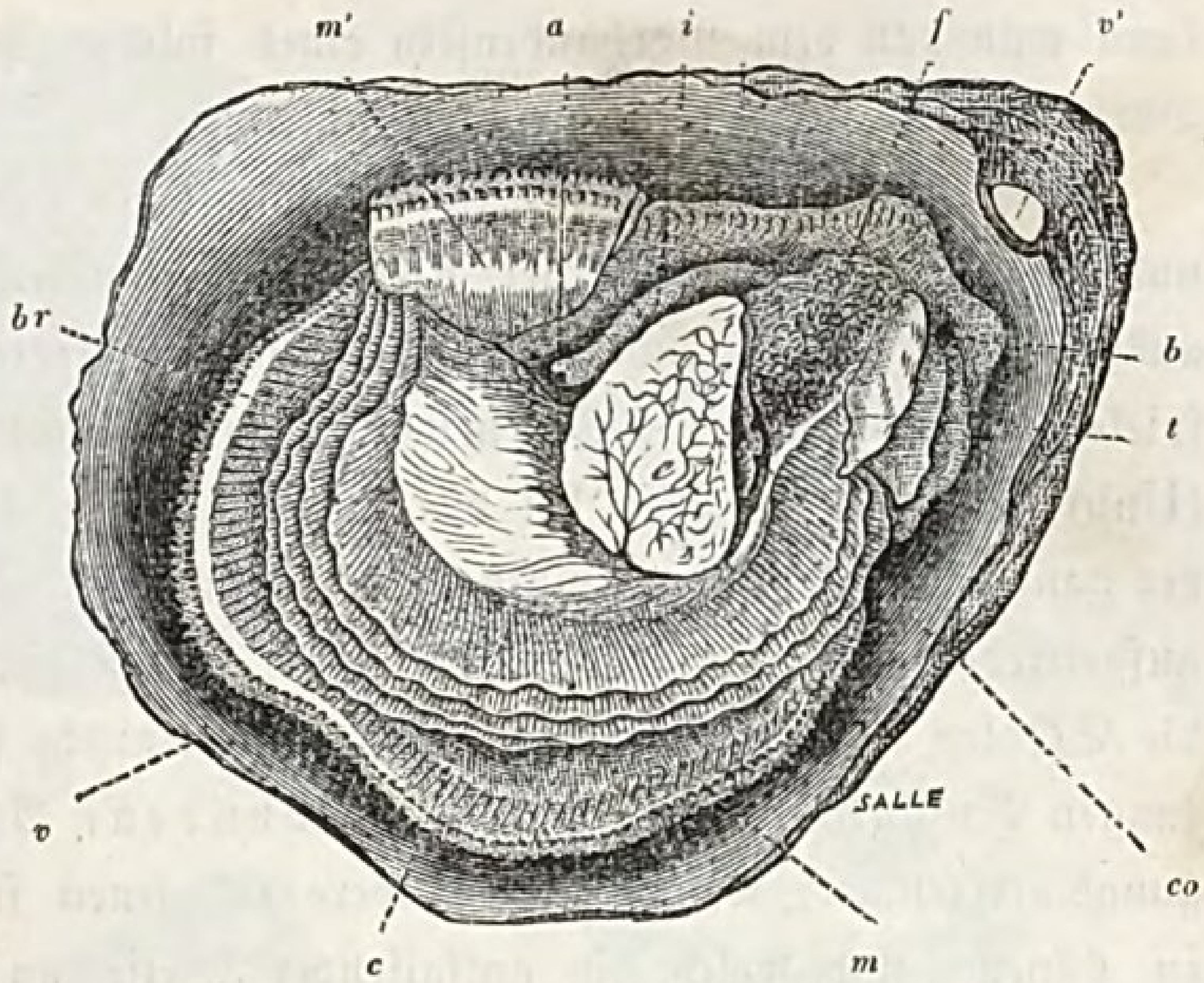


Fig. 924. Die Anatomie der Auster (Ostrea edulis). *

* b Mund; t Fühler; v' Schloßgrube; f Leber; i Darmkanal; c Schließmuskel; a After; m' hinterer Mantelsaum; br Kiemen; v unterer Schalenrand; e Eingeweidesack; m vorderer Mantelsaum; co Herz.

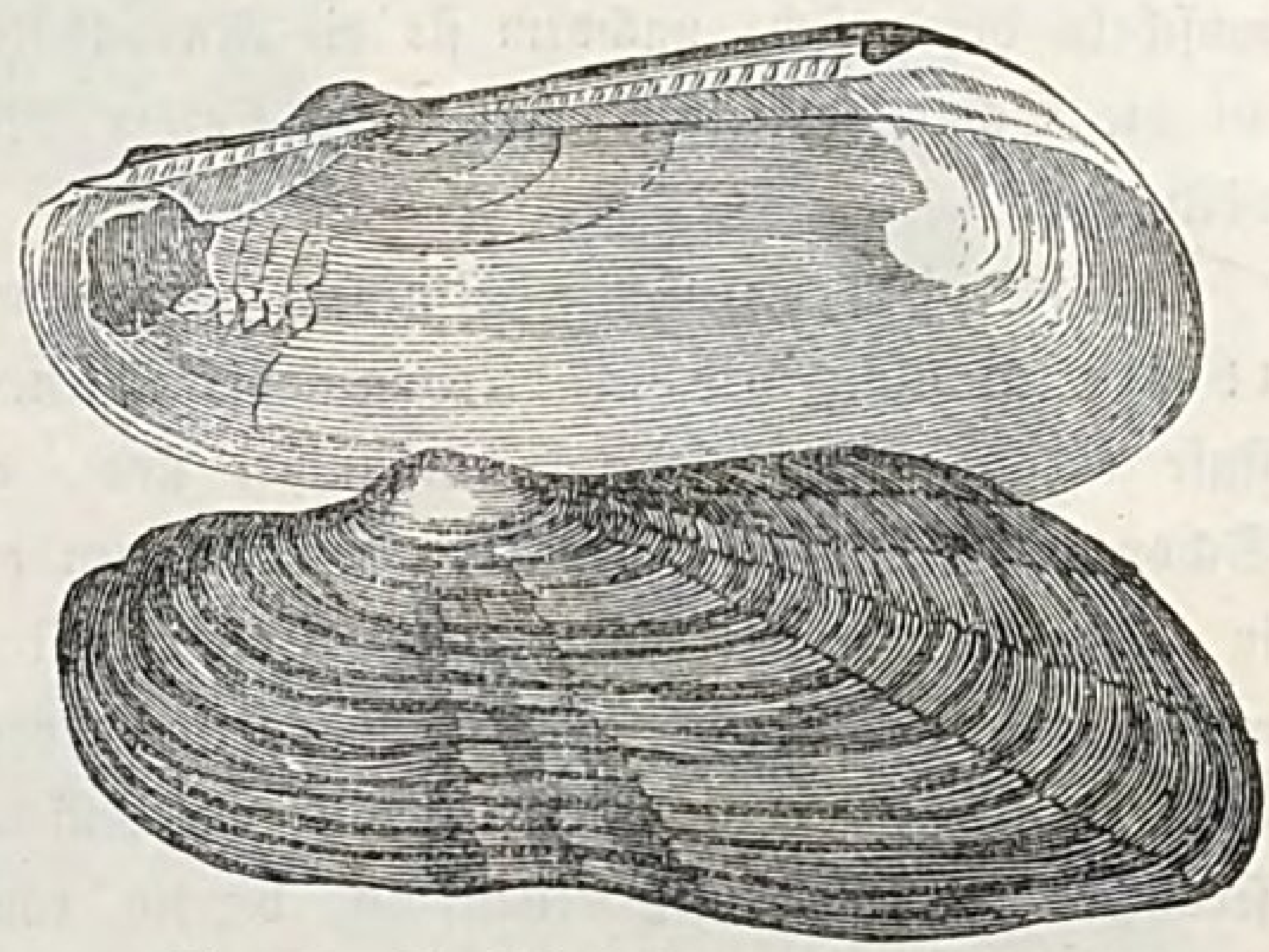


Fig. 926 Die Schalenklappen der Teichmuschel (Anodonta dipsas) mit sichtbarem vordern und hintern Muskeleindrucke

ende liegende, gesondert sind, unterscheidet man **einmuskelige** und **zweimuskelige Muschelthiere**. Schon die längere Form verräth äußerlich meistens die letzteren. Bei den Anomien (Fig. 918), welche mit den Austern nahe verwandt sind, durchbohrt der Muskel sogar die eine an fremde Körper aufgewachsene Klappe, um sich selber an jene Körper anzuheften. Einige Muschelgeschlechter besitzen zur stärkeren Stütze ihrer Schließmuskeln eine kleine vorspringende innere Kalkgräte an jeder Klappe. So die **Pholaden** oder **Bohrmuscheln** (Fig. 925), welche mit Hülfe der Schließmuskeln und besonderer, an jene Kalkgräte sich anheftender schiefer Muskelpaare die bohrenden Bewegungen ihrer Schale ausführen. An den Schalen sieht man stets innerlich nach Entfernung des Thieres und seiner Fleischtheile die Ansatzstellen der Muskelmassen sehr deutlich durch glanzlose, rauhe vertiefte Flecke, die sogenannten **Muskulareindrücke** angedeutet. Bei den zweimuskeligen, wo deren zwei in einer Klappe vorhanden sind (Fig. 926), pflegen beide durch eine bogenförmige, mit dem Schalenrande gleichlaufende Linie verbunden zu sein, welche die Grenze der Verwachsung des Mantels mit der Schale selbst bezeichnet. Denn der Saum des Mantels ist stets beweglich und von der Schale getrent. Die Stellung und Form der Muskeleindrücke und der Mantellinie bildet, mit dem Wesen des Thieres in innigster Beziehung stehend, wesentliche Merkmale zur Erkennung der verschiedenen Geschlechter dar. Bei denjenigen Gattungen, welche mit einem Athmungsrohre versehen sind, zeigt der hintere Mantellinienbogen einen nach innen gewandten Ausschnitt. Bei leeren und insbesondere auch bei fossilen Schalen

kann man von dem Vorhandensein eines solchen Ausschnittes daher allemal auf das Vorhandensein eines Athemrohres schließen.

Alle Muschelthiere sind Zwitter und legen Eier, welche zwischen ihrem Bauche und den Mantellapen in der Kiemenhöhle aufbewahrt bleiben bis daß die Jungen ausschlüpfen. Man kennt die Entwicklung der letztern erst aus einigen wenigen Beispielen, nämlich bei den Teichmuscheln (Anodonta cygnea) und Malermuscheln (Unio pictorum). Wie bei den Würmern und bei den Schnecken verwandelt sich der ganze Dotter in den Embryo. Die Form der Schalen ist anfänglich sehr bauchig aufgetrieben und die Ränder derselben greifen zickzackförmig in einander, während die Schalen später flachgewölbt und schlichtrandig sind. Ferner befinden sich in den jungen Muscheln spiralförmig gewundene Anhängsel, eine Art von Bewegungswerkzeugen, welche insbesondere zu dienen scheinen, um die Schalen beliebig zu öffnen, und welche in auffallender Weise an die sogenannten Arme der Terebrateln erinnern. Die Schließmuskeln sind in eine Masse vereinigt, so daß die Jungen einmuskelig erscheinen, während sie später zweimuskelig sind; entsprechend ist die Form der Schale einer Veränderung unterworfen. Die jungen Malermuscheln heften sich, nachdem sie die Mantelhöhle des Mutterthieres verlassen haben, an die Schale derselben vermittelst starker Byssusfäden und erst später leben sie völlig frei.

Nach allen diesen Verhältnissen dürfen wir die einmuskeligen Muschelthiere (Monomyaria) als diejenigen betrachten, welche, einer frühern Entwicklungsstufe entsprechend, niedriger organisirt sind, als die zweimuskeligen (Dimyaria). Schon in den ältesten primären Formationen des Bodens finden sich Monomyarier in ziemlicher Menge, hauptsächlich solche mit regelmäßig geformten Klappen und verlängertem, daher ohr= oder flügelartig vor und hinter den Buckeln vorragenden Schloßrande. Die Schalen der ältesten Muschelthiere sind meistens glatt. In den sekundären Formationen stellen sich bereits rauhe und minder regelmäßig gestaltete Formen ein. Die Austern der Kreideperiode sind stets mit gezackten in einander greifenden Schalenrändern versehen. In allen diesen Formationen sind die Monomyarier zahlreicher vorhanden, als zweimuskelige Muscheln. In den Tertiärgebirgen werden sie minder zahlreich und ihre Formen beginnen so rauh und unregelmäßig zu werden, wie sie größtentheils in der gegenwärtigen Schöpfung sind, in welcher sie bei Weitem die geringere Abtheilung der Muschelthiere bilden (Fig. 927 — 949).

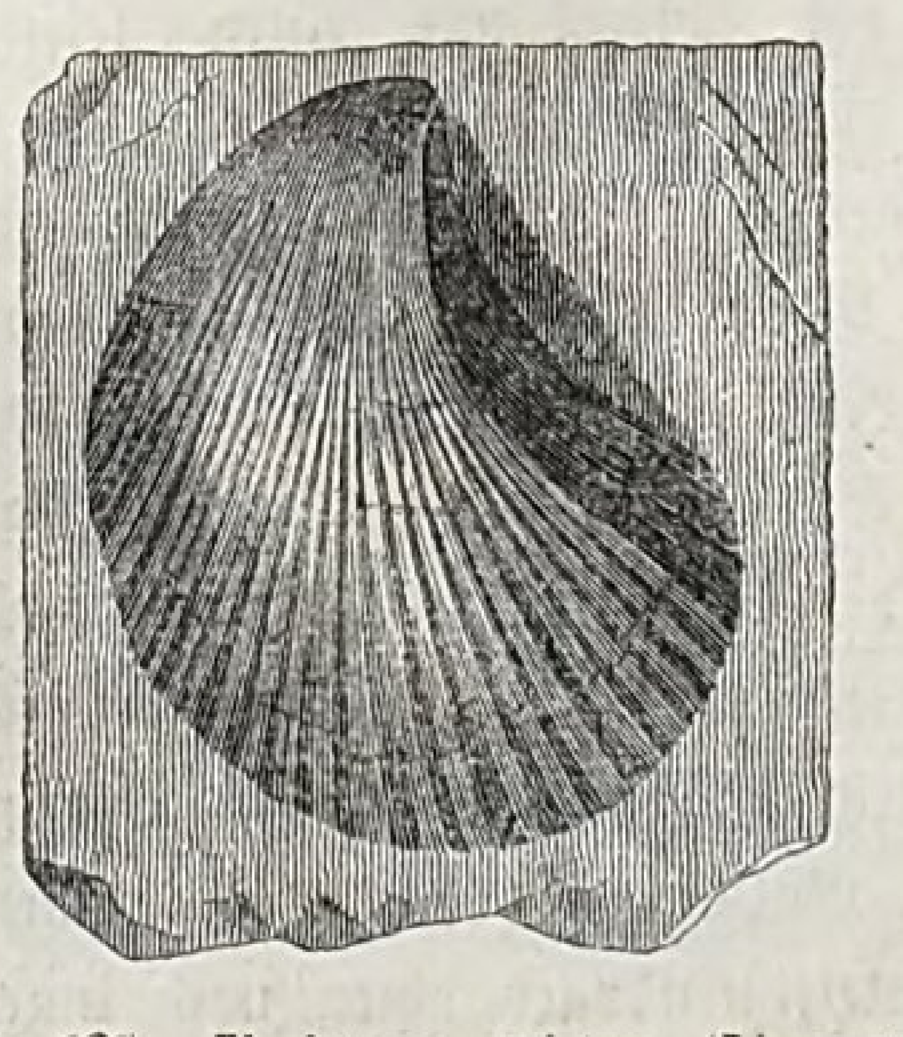


Fig. 927. Plagistoma striatum (Lima striata) aus dem Muschelkalke (Triasformation).

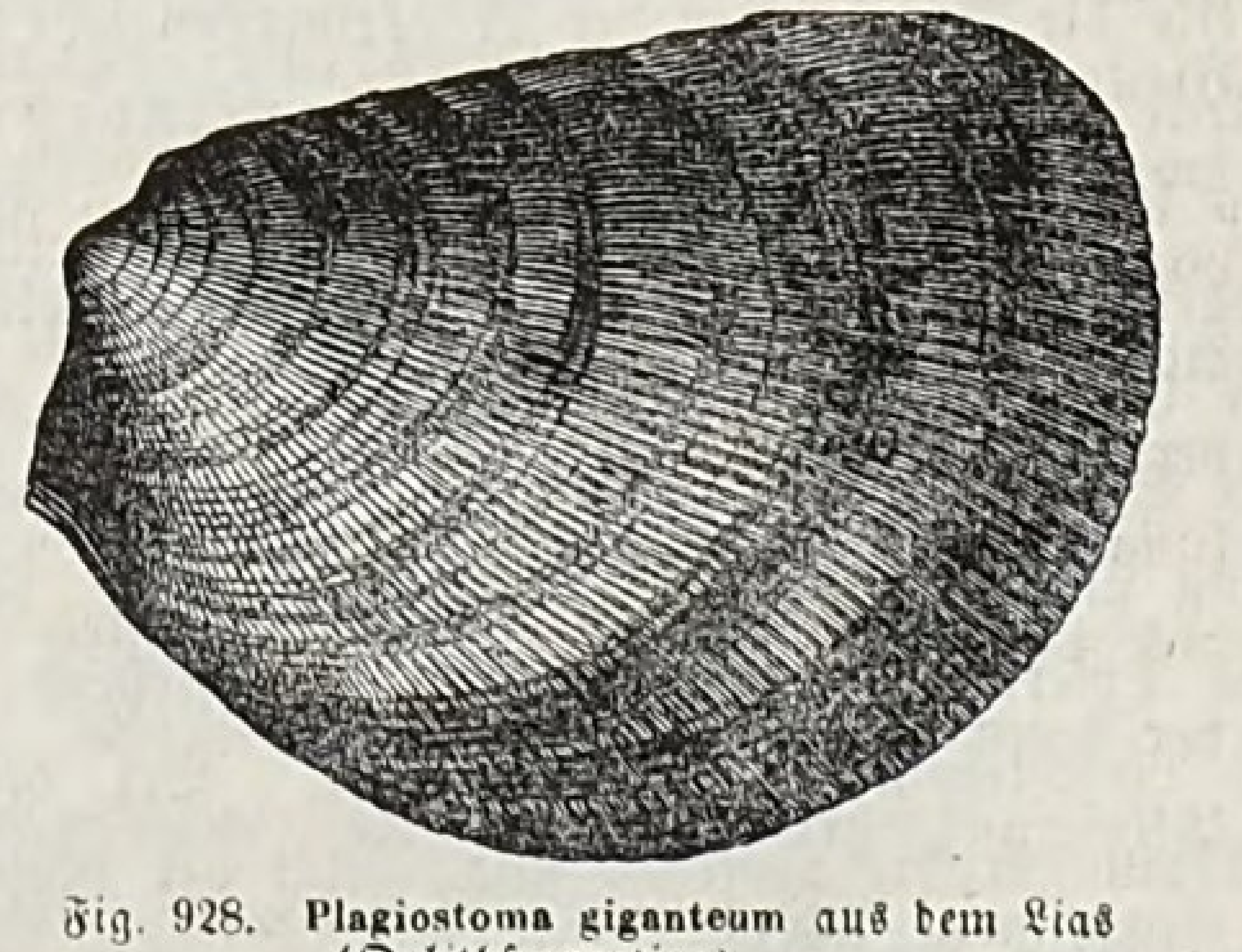


Fig. 928. Plagiostoma giganteum aus dem Lias (Oolithformation).



Fig. 929. **Plagiostoma spinosum** aus der weißen Kreide (Kreideformation).

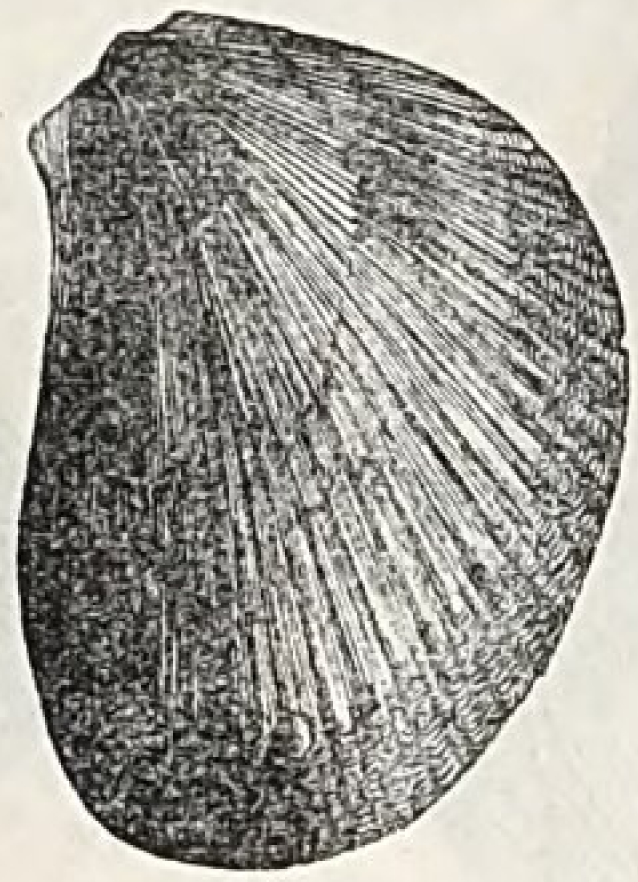


Fig. 930. **Lima elegans.** (Weiße Kreide.)



Fig. 931. **Ostrea deltoidea.** Kimmeridgemergel (Oolithformation).

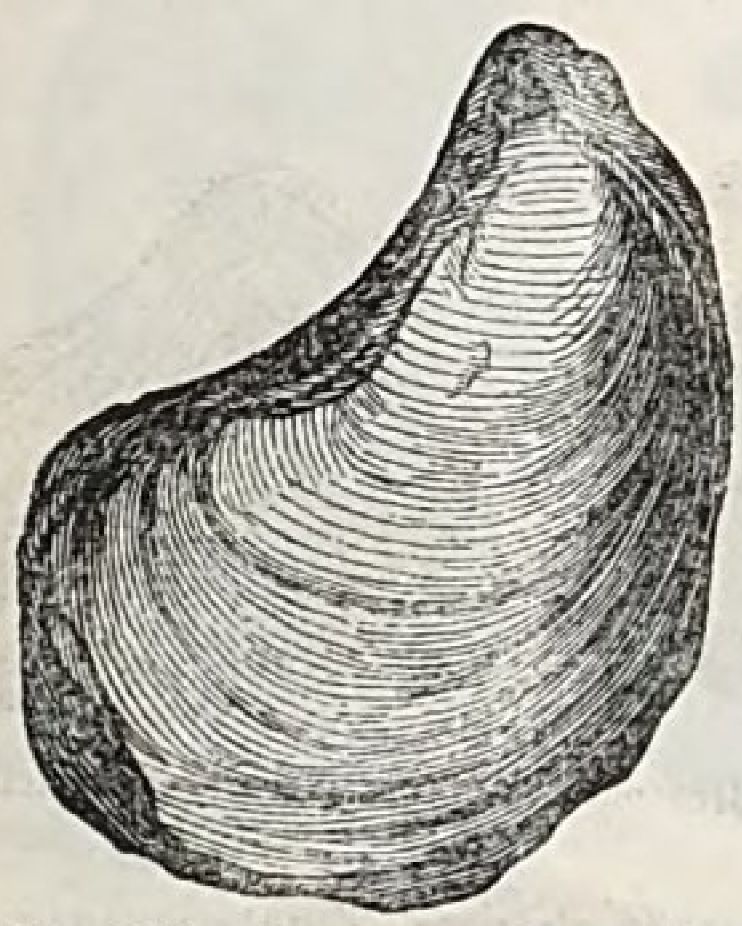


Fig. 932. **Ostrea acuminata.** Doggerthon (Oolithformation).



Fig. 933. **Ostrea Marshii** Oxfordmergel (Oolithformation).



Fig. 934. **Ostrea carinata.** Quadersandstein (Kreideformation).



Fig. 935. **Ostrea vesicularis.** Weiße Kreide.



Fig. 936. **Gryphæa dilatata** Oxfordmergel

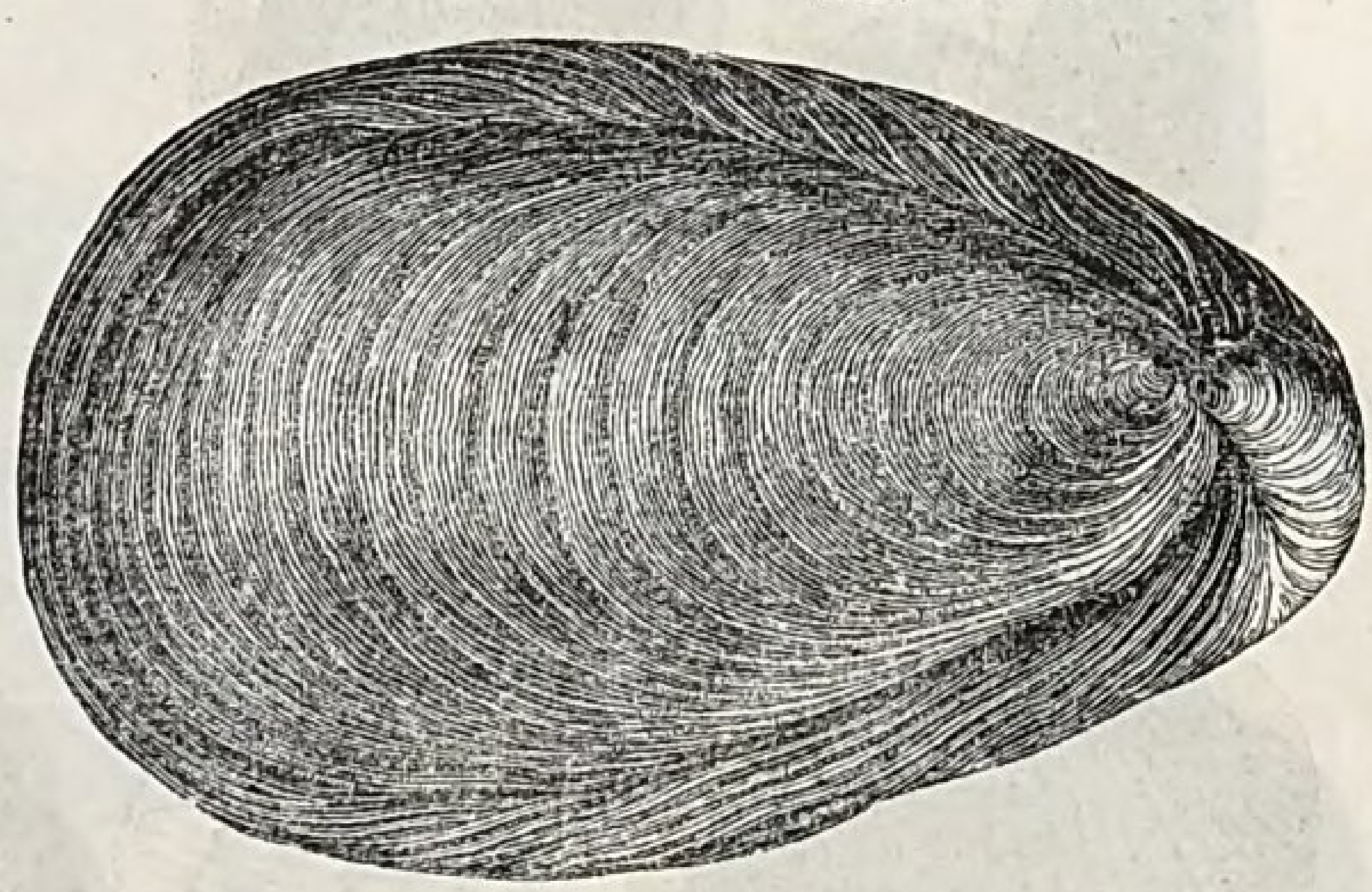


Fig. 937 **Gryphæa cymbium** unterer Liaskalk (Oolithformation).



Fig 938. **Gryphæa arcuata.** Lias.



Fig 939 **Exogyra virgula.** Oberer Jura (Oolithformation).



Fig. 940 **Exogyra columba** Quadersandstein

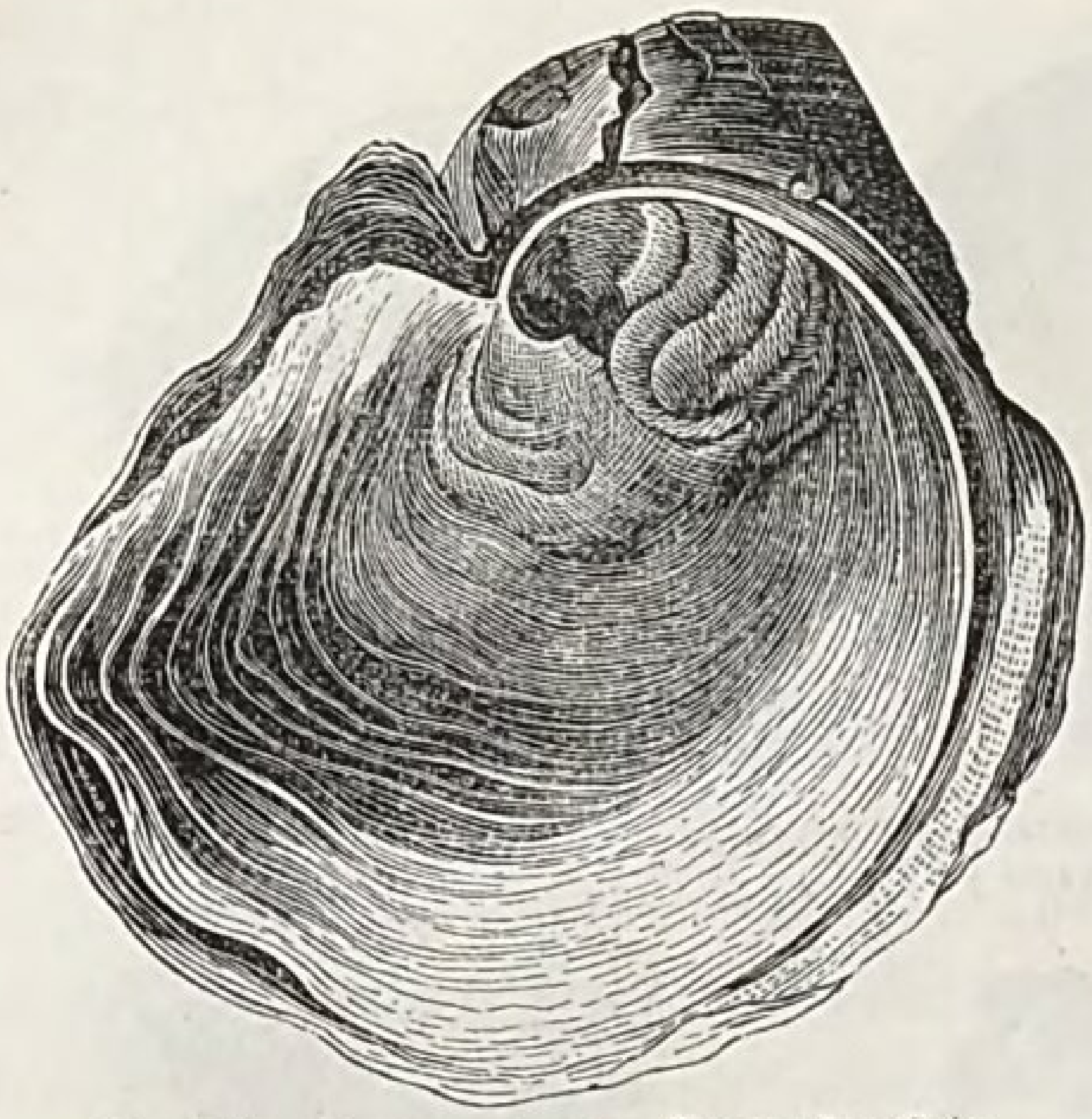


Fig. 941. Exogyra sinuata Quadersandstein.

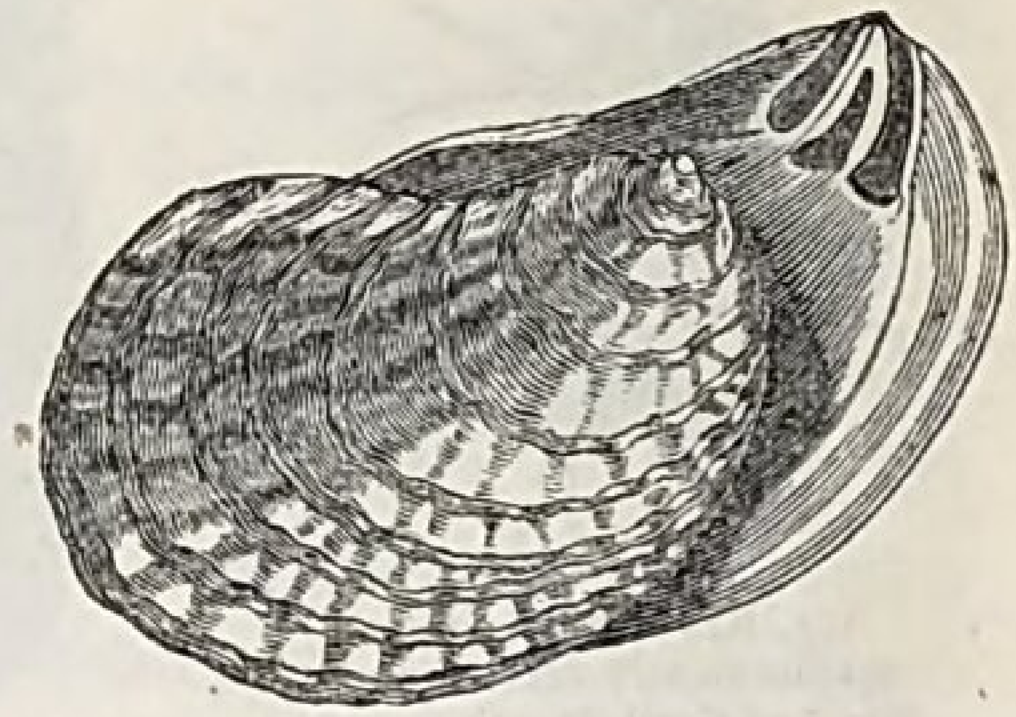


Fig 943 Plicatula spinosa. Mittlerer Lias.



Fig 942. Exogyra subplicata. Weiße Kreide.

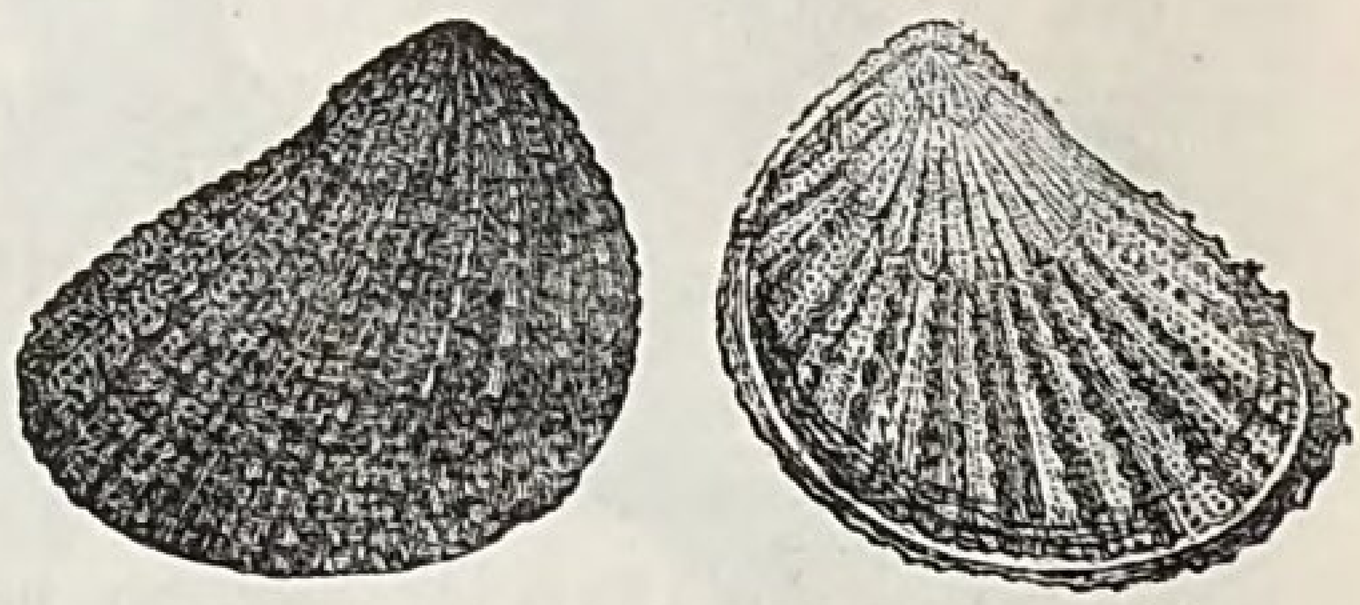


Fig. 944. Plicatula placunea. Quadersandstein.

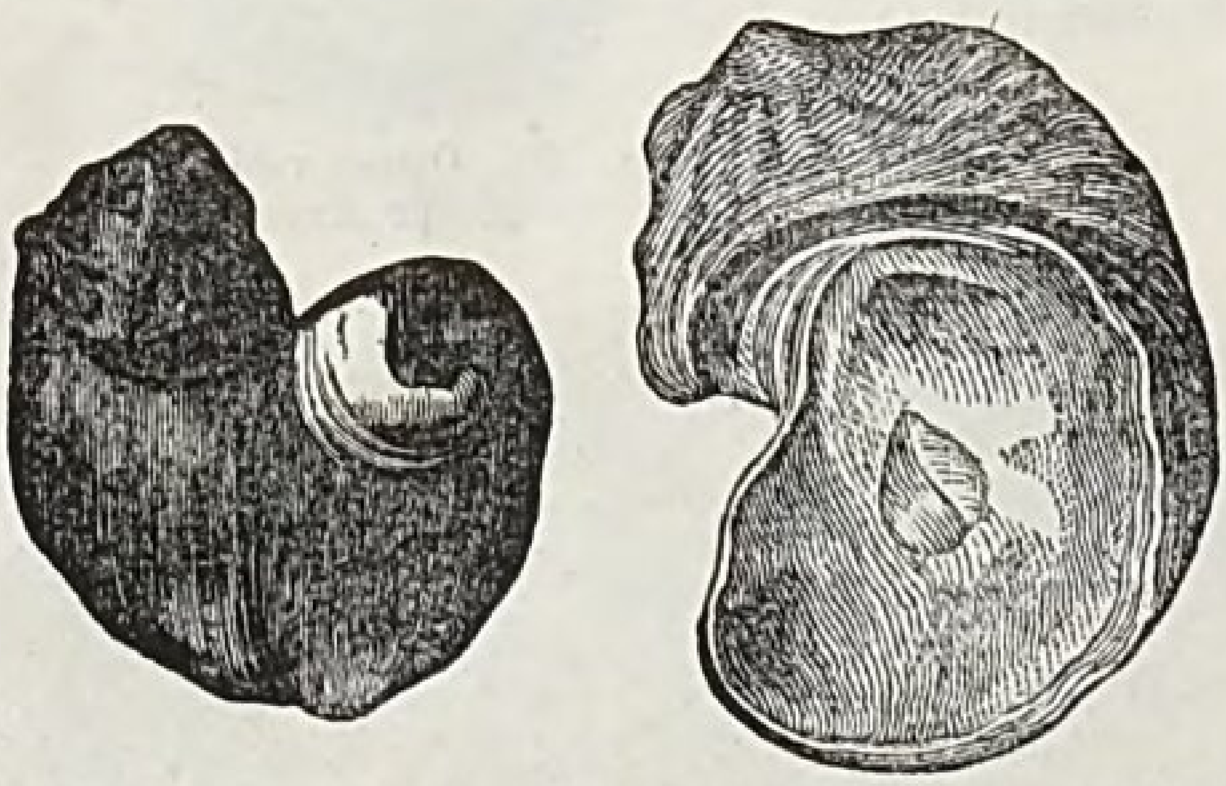


Fig. 945. Diceras arietina. Portlandkalk (Oolithformation).

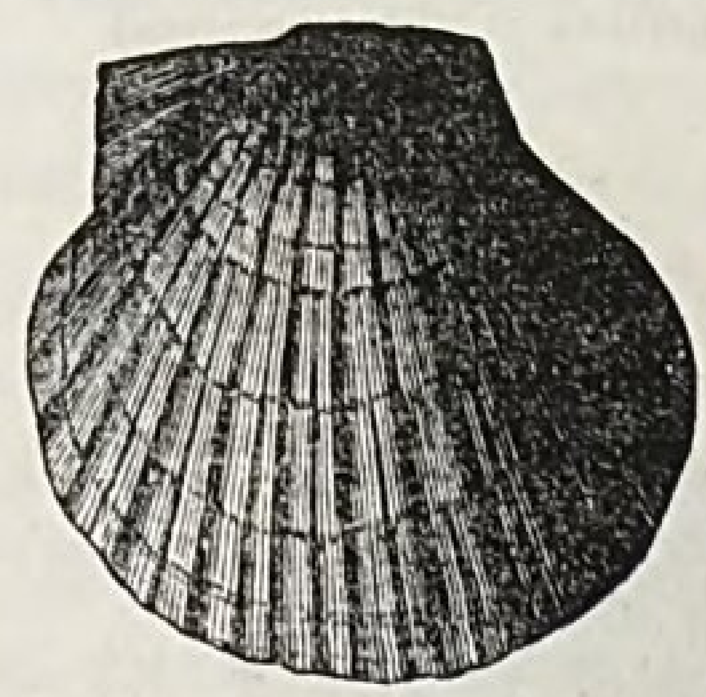


Fig. 946. Pecten lugdunensis. Unterer Lias.

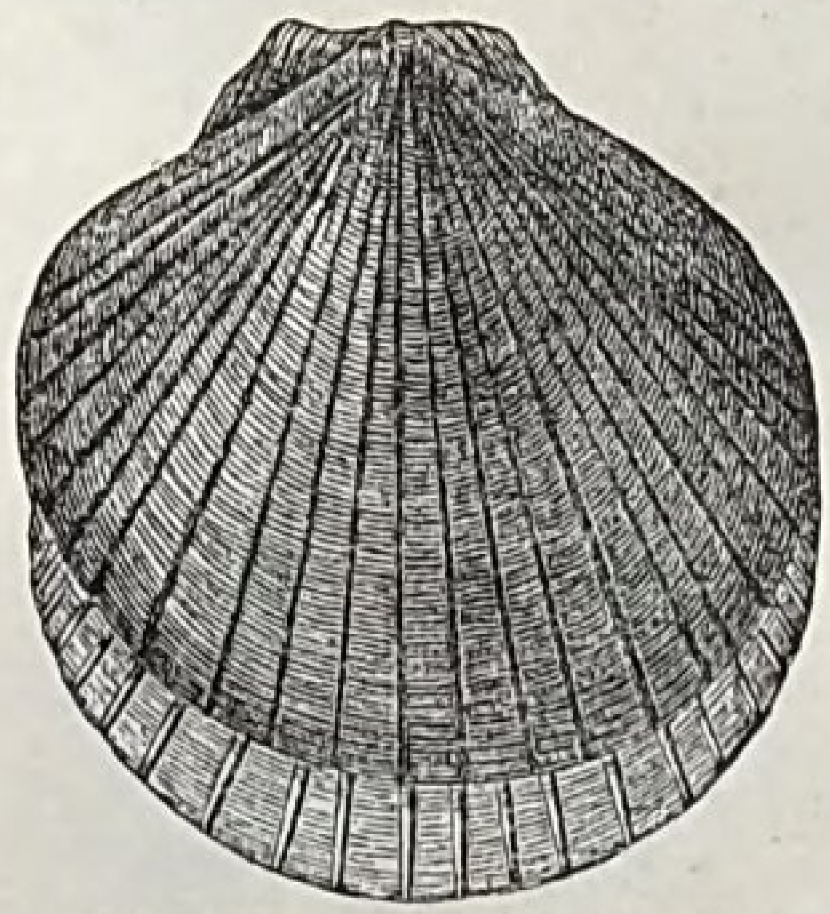


Fig. 947. Pecten pleuronectes. Fahlunsmergel (Miocenformation).



Fig. 948. Catillus Cuvieri. Weiße Kreide.





Fig. 949. Inoceramus concentricus. Weiße Kreide.

Die Dimyarier theilen sich naturgemäß wieder in solche, bei welchen die beiden Schließmuskelmassen ganz gleich sind, und andre, welche durch überwiegende Größe der einen Muskelmasse sich mehr den Verhältnissen der einmuskeligen Muschelthiere nähern, denen sie äußerlich in ihren Formen ähneln. Beiderlei Dimyarier

zeigen sich schon in den Uebergangsschichten und nehmen durch alle Formationen hindurch zu (Fig. 950 — 969), so daß sie während der Sekundärformationen zwar von den Monomyariern, welche in diesen ihre höchste Blüthezeit erreicht zu haben scheinen, noch bedeutend an Mannigfaltigkeit und Menge übertroffen werden, in der jetzigen Schöpfung aber in ungeheurem Grade das Uebergewicht erlangt haben. Zugleich hat die Zahl der Gleichmuskeligen im Verhältnisse zu den Ungleichmuskeligen immer mehr zugenommen, so daß in der gegenwärtigen Schöpfung die Zahl der gleichmuskeligen Dimyarier, der vollkommensten Muschelthiere, weit über die Hälfte aller sämmtlichen Geschöpfe dieser Klasse beträgt.

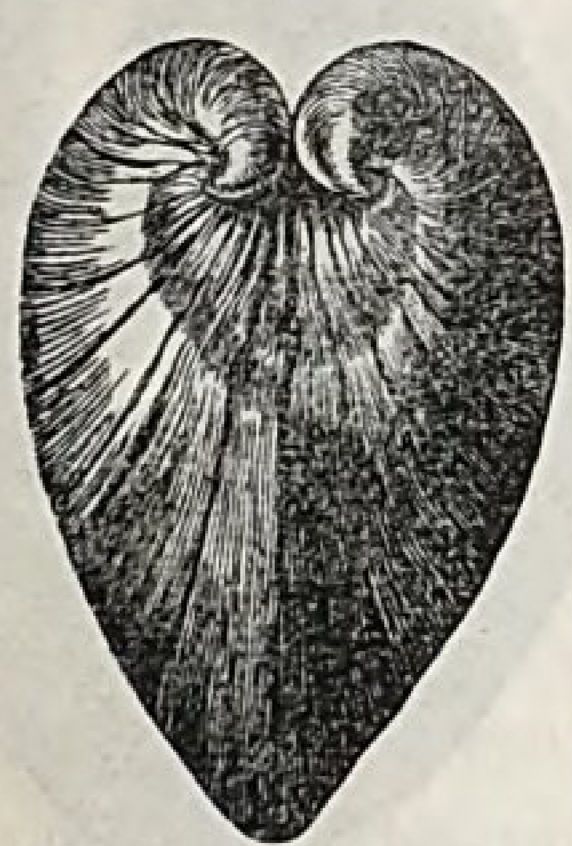


Fig. 950. Megalodon cucullatus aus den devonischen Schichten der Uebergangsformation.



Fig 951. Avicula socialis. Muschelkalk.

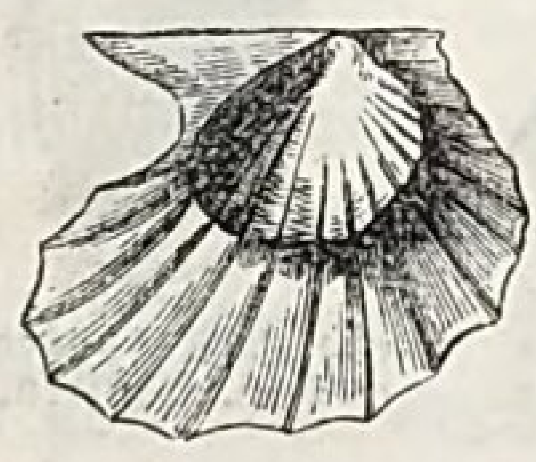


Fig. 952. Avicula inæquivalvis. Oberer Lias.

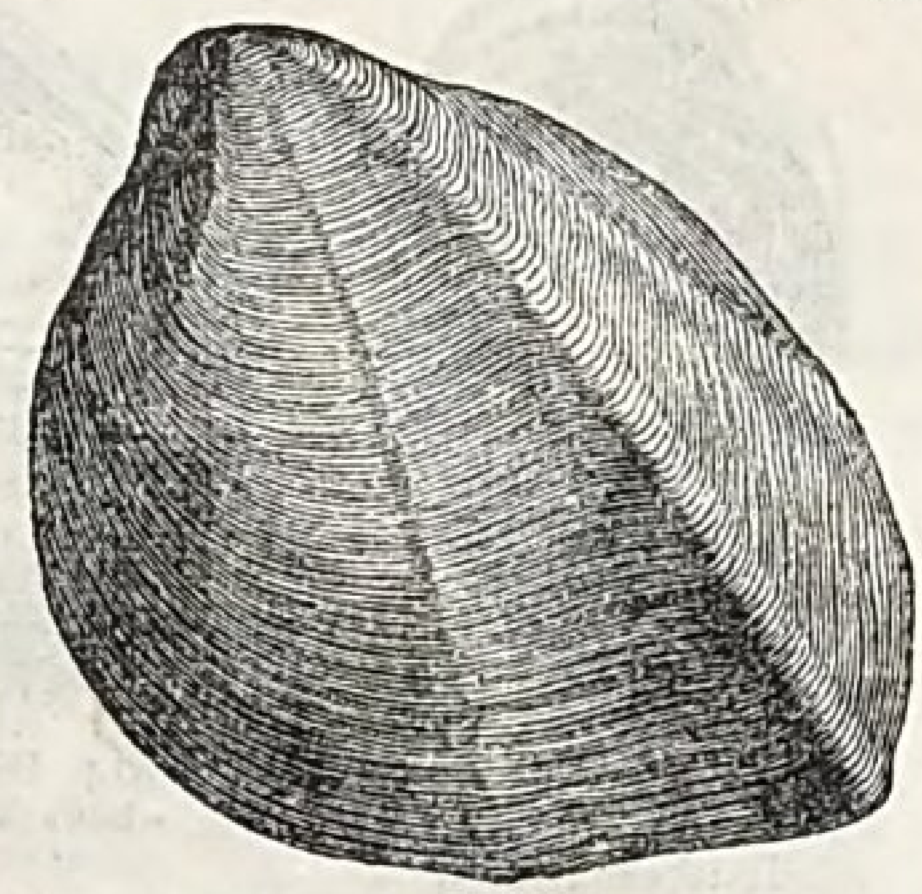


Fig. 953. Myophoria (Trigonia) vulgaris. Muschelkalk.

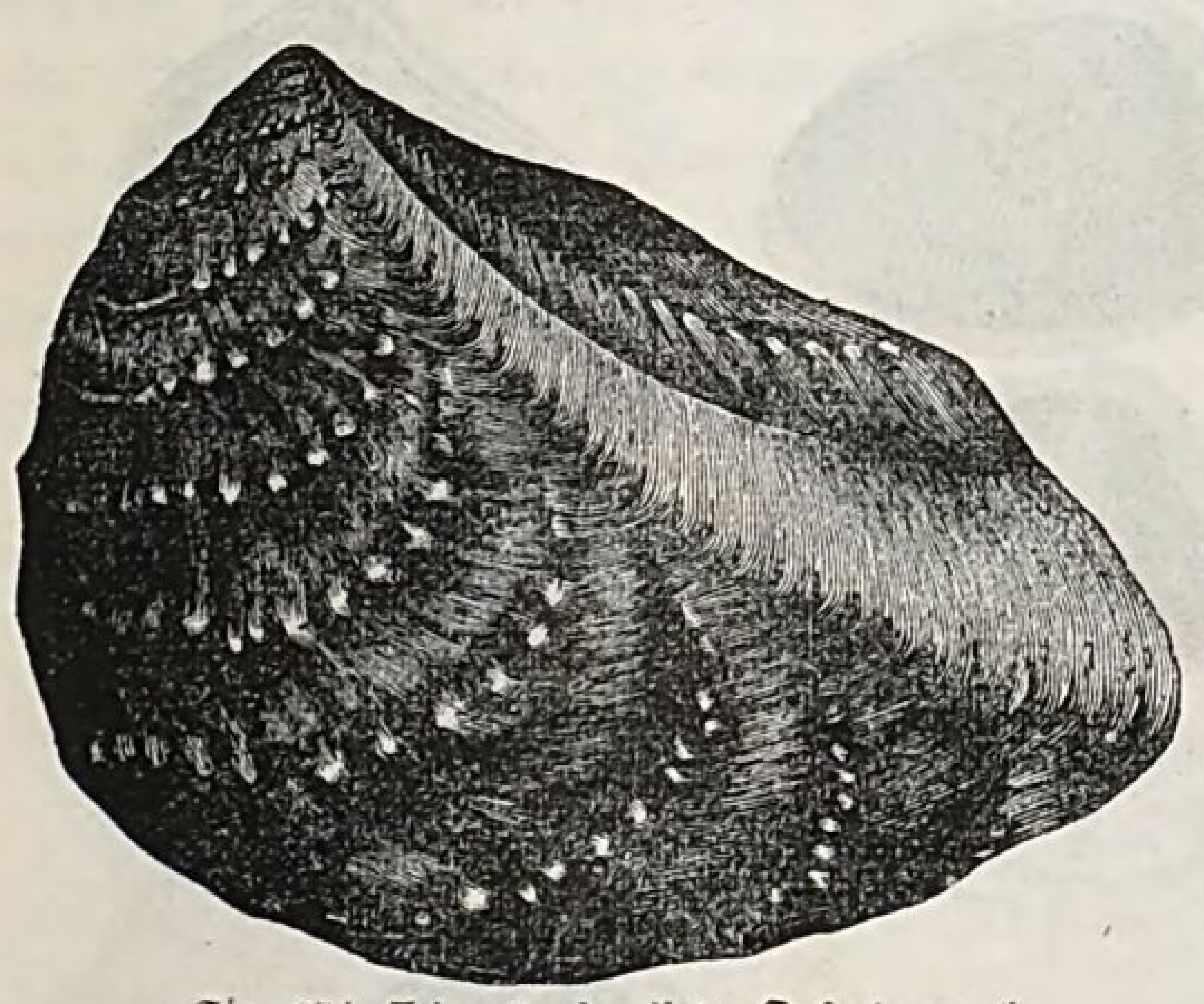


Fig. 954. Trigonia clavellata. Oxfordmergel.

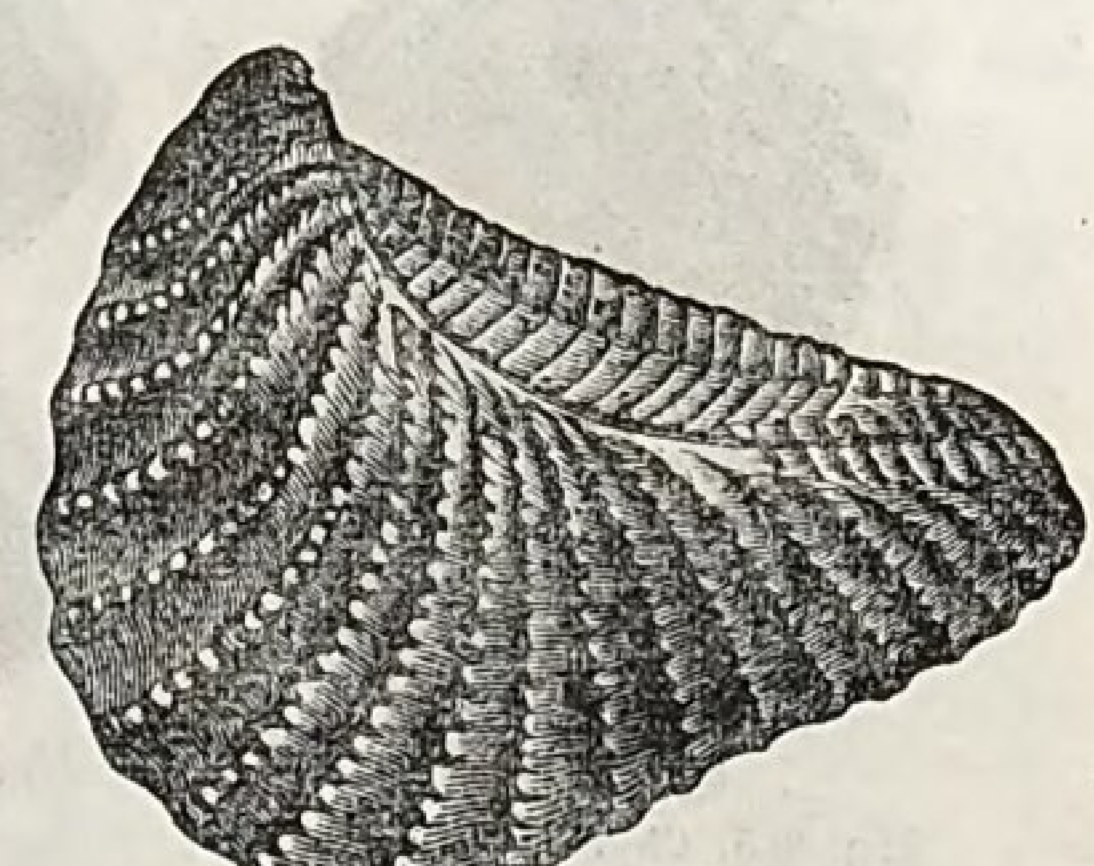


Fig 955. Trigonia alæformis. Kreidemergel.

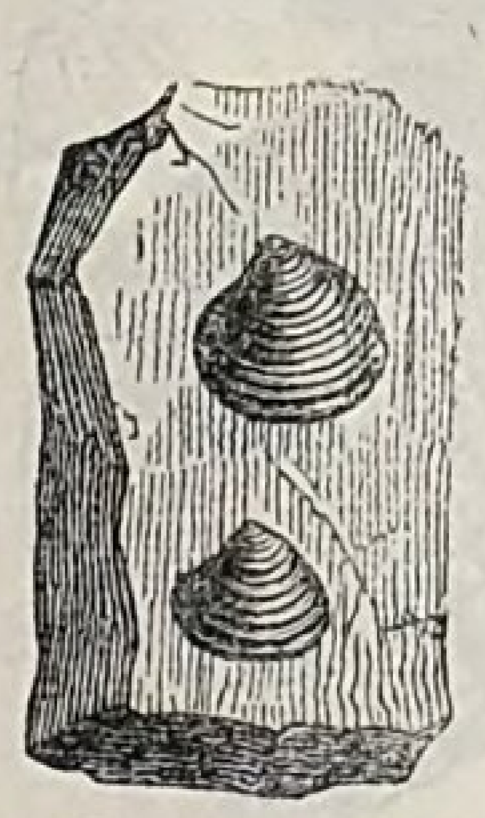


Fig. 956. Astarte minima. Astartenkalk (Oberer Jura).

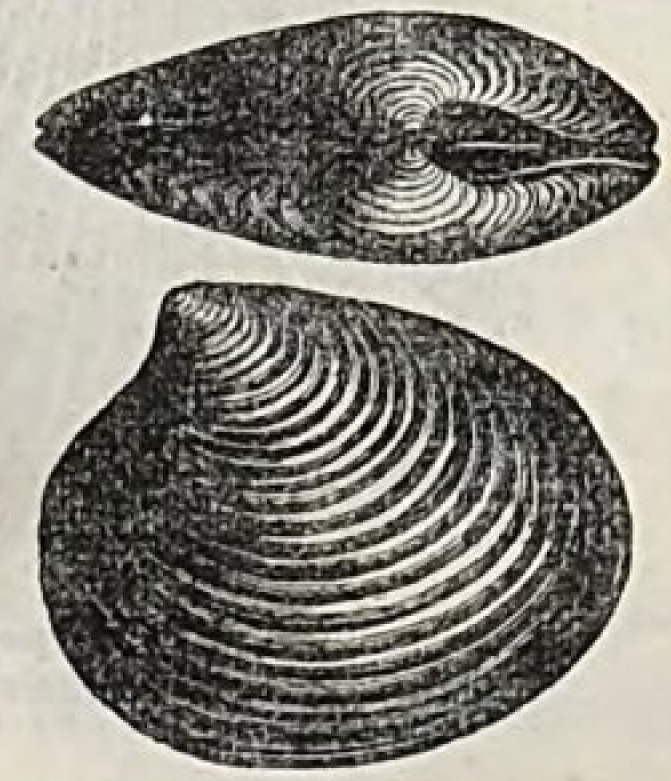


Fig. 957. Astarte elegans. Astartenkalk.

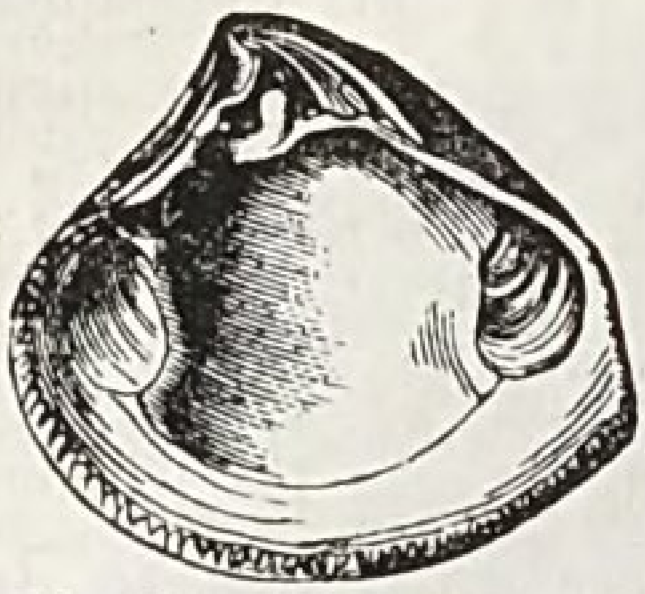


Fig. 958. Astarte Basterotii.
Pliocenformation.

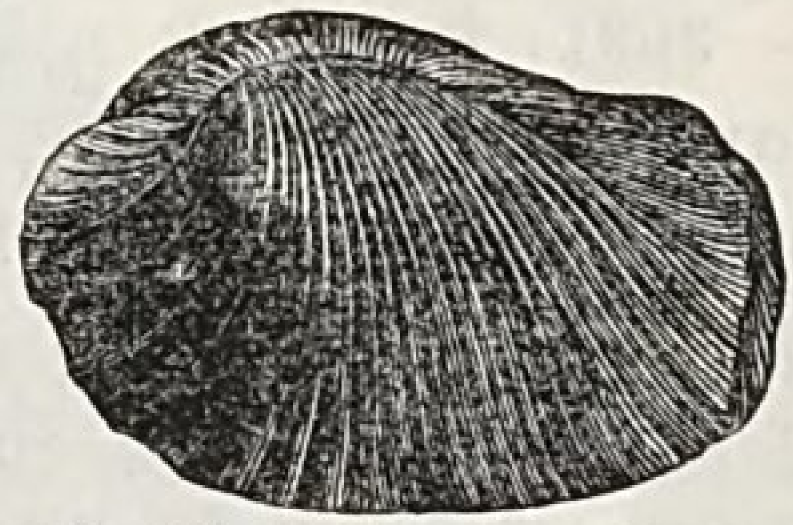


Fig. 959. Pholadomia acuticosta.
Oberer Jura

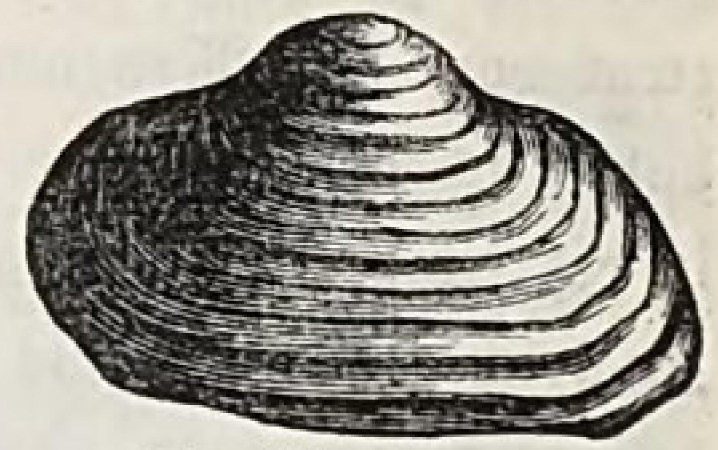


Fig. 960. Mya rugosa.
Oberer Jura.

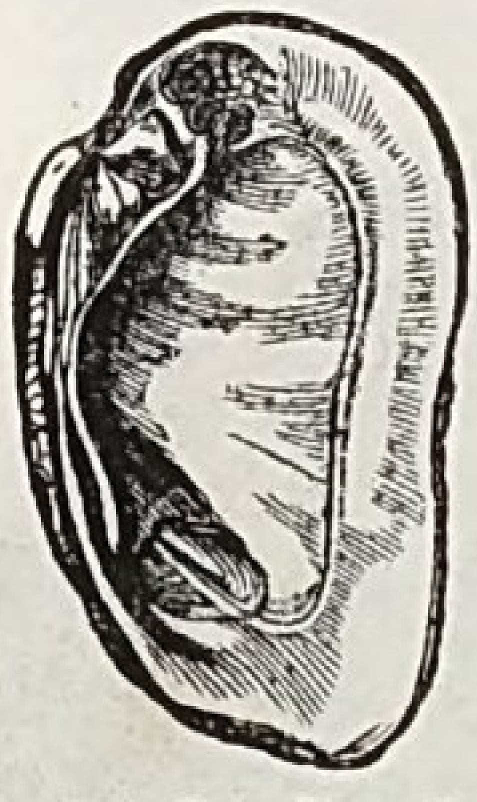


Fig. 961 Unio littoralis.
Wäldenschichten
(Oolithformation).

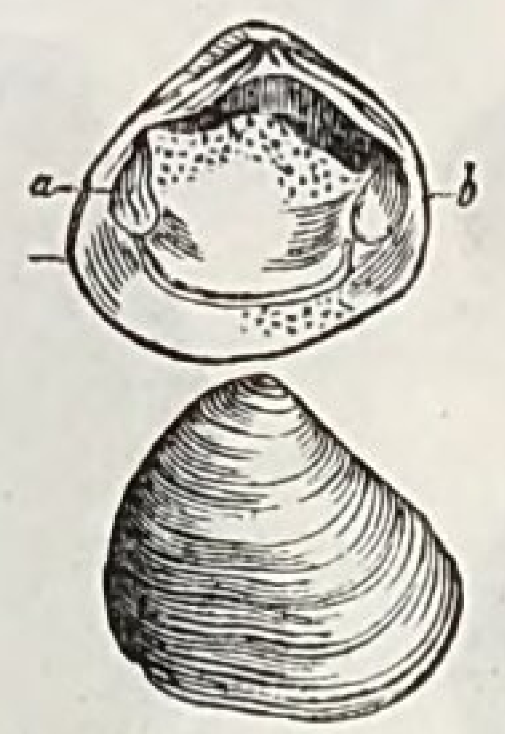


Fig. 962. Cyclas
obovata. Wälden.



Fig. 963. Anodonta
cordieri. Wälden.

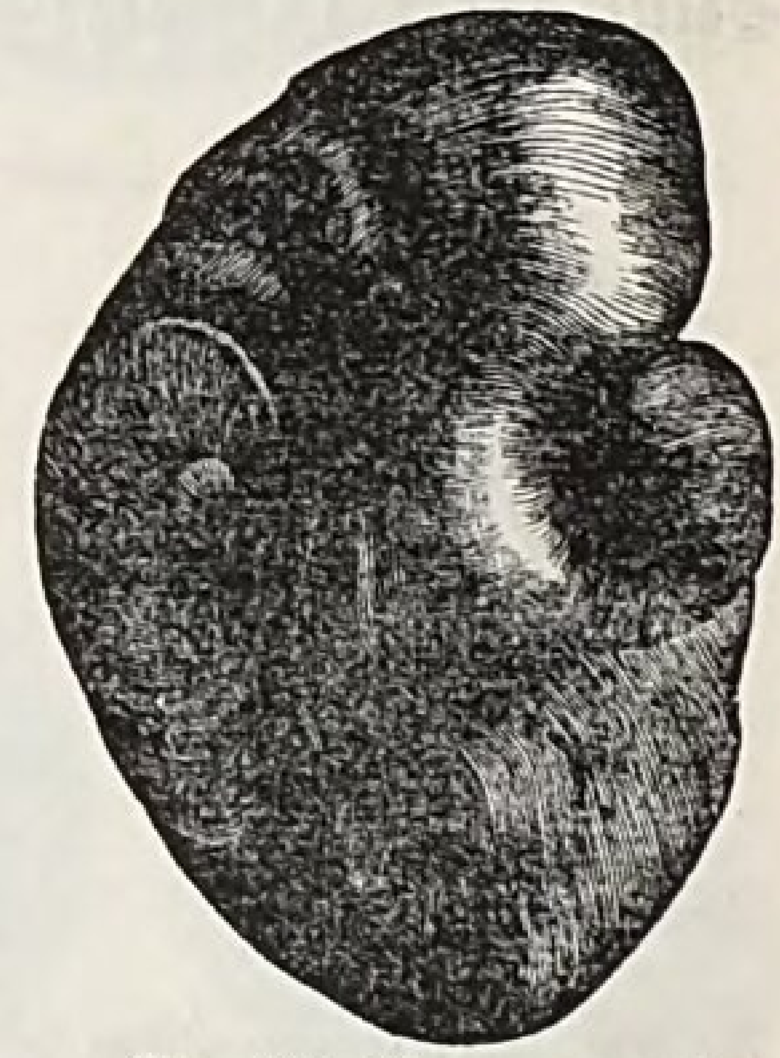


Fig. 964. Chama ammonia.
Neocomien (Kreideformation).

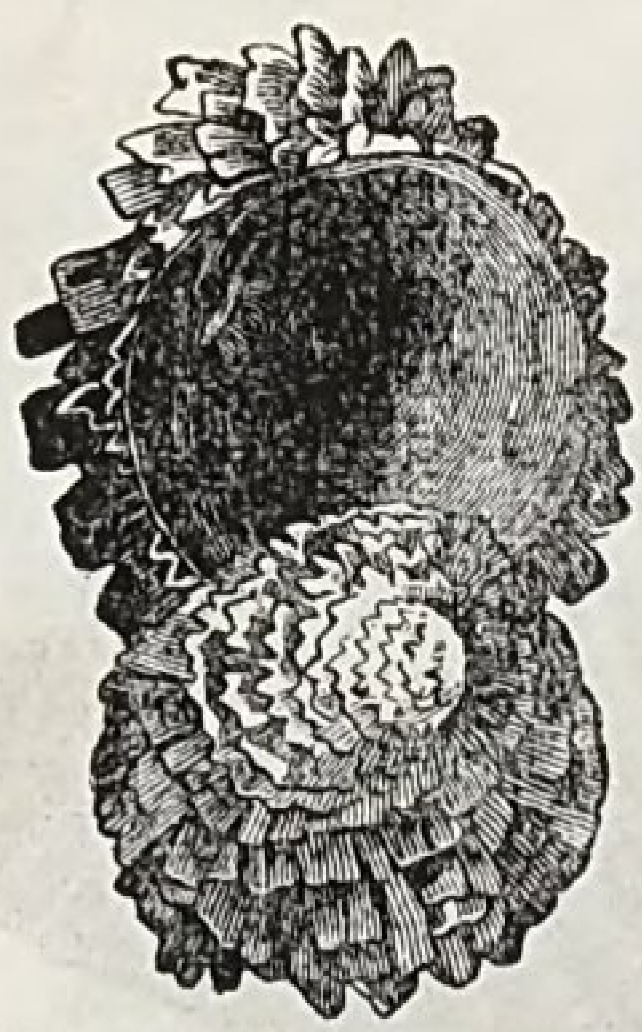


Fig. 965. Chama foliacea.
Pliocenformation.

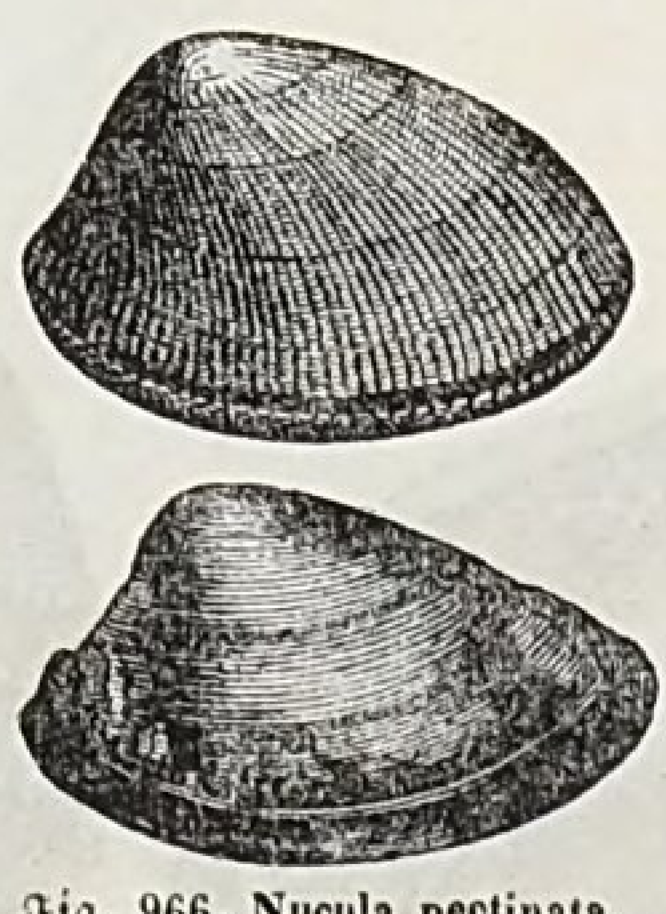


Fig. 966. Nucula pectinata.
Kreidemergel.

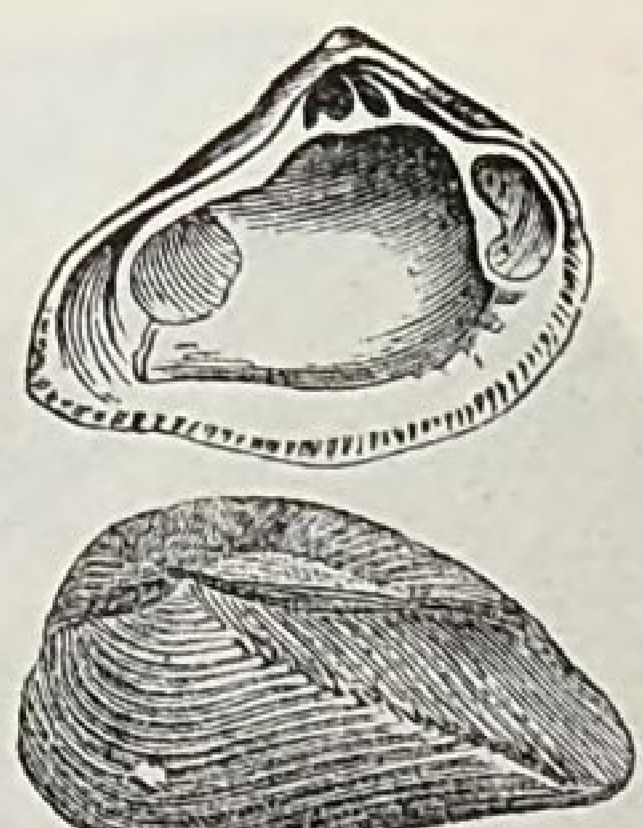


Fig. 967. Crassatella sulcata.
Eocenformation.

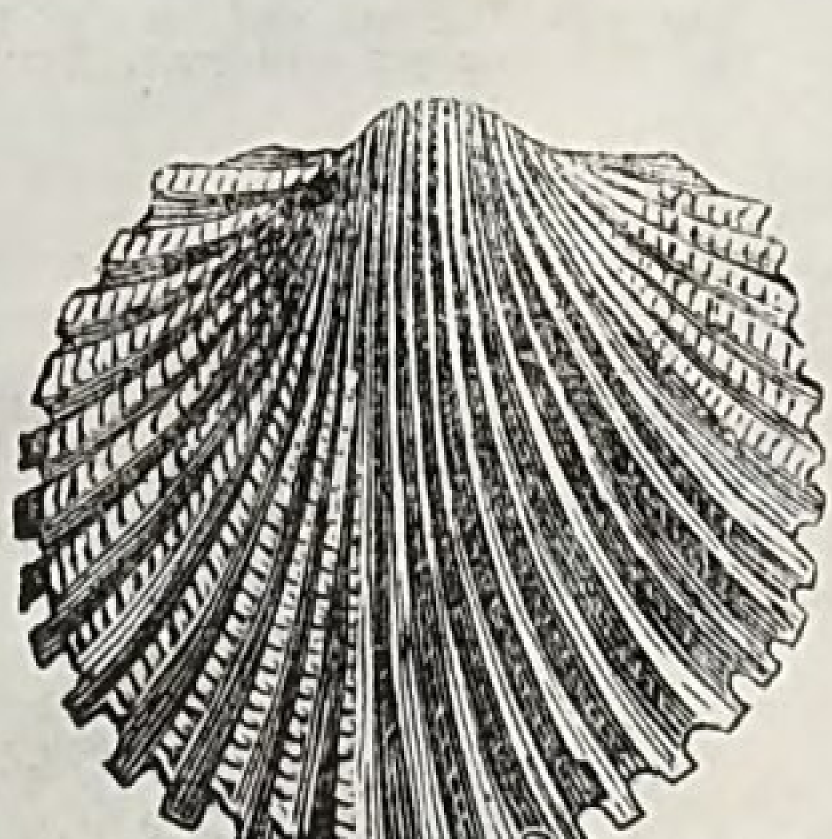


Fig. 968. Cardium porulosum.
Eocenformation.



Fig. 969. Venericardia imbricataria.
Pliocenformation.

Die Menge der in den Bodenschichten begrabenen Muschelthiere ist so groß, daß manche Gebirgslager fast nur aus ihren Gehäusen bestehen. Von den verfaulten fleischigen Theilen sind die Gesteine ganz durchdrungen und mit thierischem Oele erfüllt, welches sich oft beim Schlagen und Reiben durch einen starken üblen Duft bemerkbar macht (Stinkkalk, Stinkschiefer). Auch scheint das Erdöl und Erdpech, welches manche Schiefer- und Mergellager schwarz färbt und brennbar macht, und mitunter in Menge durch Auskochung der Steine gewonnen wird (Asphaltsiedereien) großentheils eines solchen Ursprunges zu sein.

IV. Klasse. Die Terebratulinen.

Die Terebratulinen eine größtentheils ausgestorbene Klasse von Weichthieren, haben, wie die Muschelthiere, einen zweilappigen und mit einer zweiklappigen Schale (Fig. 970) bedeckten Mantel, welcher sie völlig umhüllt. Es ist bei ihnen, wie bei gewissen Monomyariern, die eine Klappe tief gewölbt und größer, so daß die andre oft nur wie ein Deckel erscheint. Aber diese Klappen entsprechen nicht den beiden Seiten des Körpers, sondern die große überragende entspricht dem Vordertheile, die kleinere dem Hintertheile, so daß der Schloßrand quer über dem Rücken die beiden Seiten des Thieres verbindet. Jede Klappe besitzt am Schlosse zwei starke wulstartige Zähne, die der größern stehen etwas weiter von einander ab, als die der kleinern, und umfassen diese, greifen aber zugleich mit einem Vorsprunge dermaßen in die Seiten derselben ein, daß eine Trennung der beiden Klappen ohne Zerbrechung der Zähne nicht möglich ist. Die Zähne der kleinen Klappe, welche bei den Produkten (Productus) fast ganz vereinigt sind, ragen mit zwei dünnen, rippenähnlichen, gegen den Bauchrand gerichteten Vorsprüngen bis in die Mitte der Schale und tragen dort ein eigenthümliches zartes Gerüst dünner Knochenstäbchen (Fig. 971). Die Zähne der großen Klappe

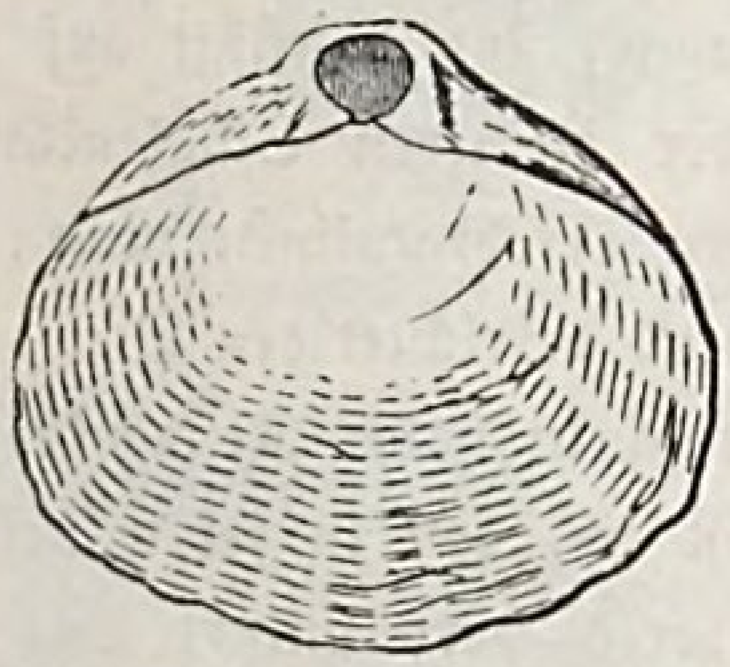


Fig 970 Die Schalen der abgestutzten Terebratel des Mittelmeeres (Terebratula truncata).

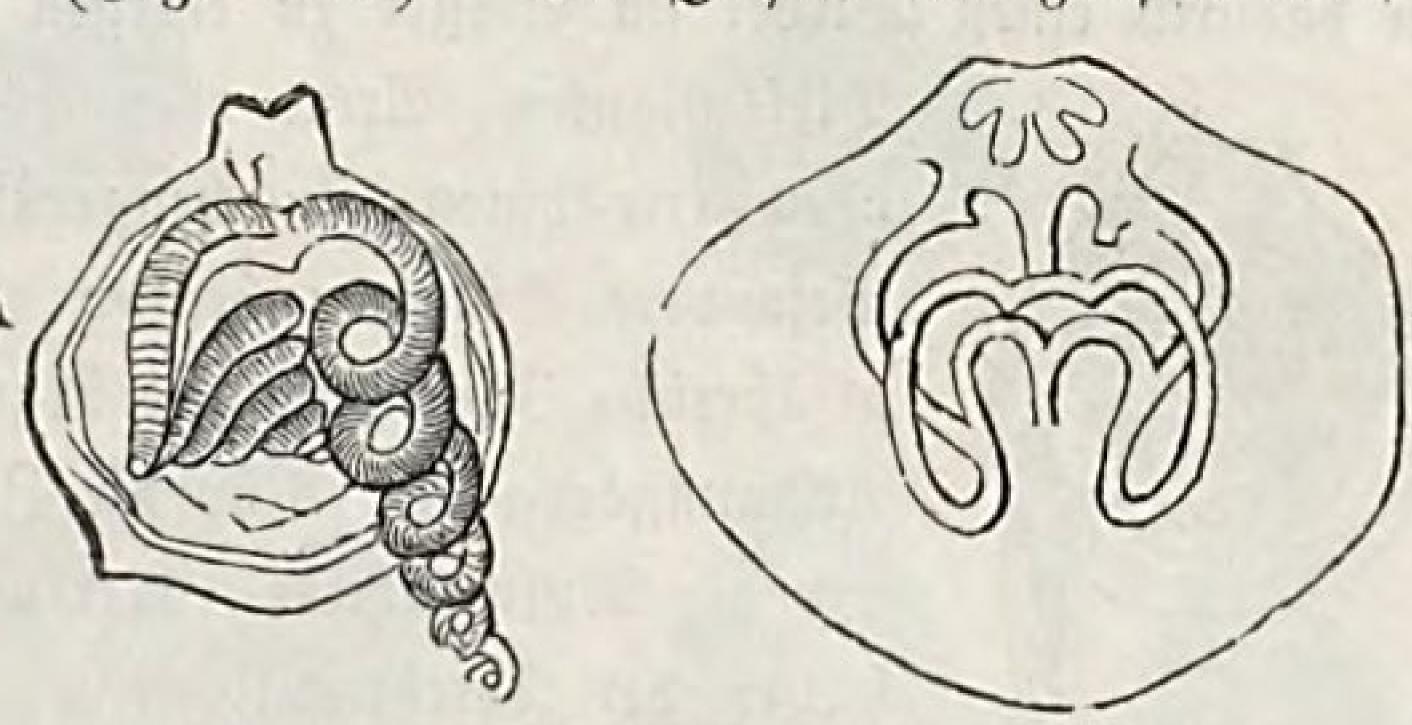


Fig. 971. Das innere Gerüst der Terabratel. *

* A Offene Schale mit den Weichtheilen des Thieres; B Schale nach Entfernung der Weichtheile.

tragen bei manchen Geschlechtern besonders den Delthyren (Delthyris) zwei senkrechte Knochenblättchen, welche auf den häufigen Steinkernen derselben tiefe Einschnitte zurücklassen. Eben so ist es mit einer dünnen Scheidewand, welche nicht selten in der Mitte der großen Klappe hervorragt und die letztere fast zweifächerig macht. Eigenthümlich ist die Bildung des Schloßbandes bei den Terebratulinen, indem dasselbe als ein sehnig muskulöser Strang aus der Schale hervorragt und zur Anheftung an Steine oder andere feste Körper dient. Nur bei den Zungenmuscheln (Lingula) tritt es frei zwischen den beiden fast gleich großen Klappen hervor. Bei den meisten andern schließt es sich an die schnabelartig übergebogene oder stark ver-

tiefte größere Klappe, wird von derselben mit einer kurzen, spitz zulaufenden Halbrinne umfaßt und bedeckt sich auf dem offenbleibenden Zwischenraume mit einem kleinen dreieckigen Schildchen, dem Deltidium (von Δ Delta), welches oft ganz versteckt unter dem Schnabel der größern Klappe sich einschmiegt. durch dieses Deltidium wird übrigens die Halbrinne der letztern ganz geschlossen, so daß nur ein rundes Loch für den Austritt des Sehnenstranges bleibt, welches den Namen der Terebratulinen (so viel als Lochmuscheln) veranlaßt hat. Bei den versteinerten Gehäusen findet man dieses Loch stets, mitunter aber ein großes dreieckiges, durch Ausfallen des Deltidium entstandenes. Nur bei den Produkten ist die Oeffnung sehr gering und ganz versteckt. — Bei den Schalenklappen aller Terebratulinen ist die rechte und die linke Hälfte völlig gleichmäßig gebildet. Diese Gleichmäßigkeit stimmt überein mit der völlig gleichmäßigen Ausbildung der innern Organe in beiden Seitenhälften des Thieres, ein Verhältniß, durch welches die Terebratulinen viel regelmäßiger gebildet erscheinen, als die Muschelthiere und Schnecken, bei welchen fast immer die linke Seitenhälfte des Körpers sich von der rechten erheblich unterscheidet.

Die innere Organisation der Terebratulinen ist sehr eigenthümlich. Der Mund befindet sich am Bauchrande gerade in der Mittelinie und unmittelbar unter ihm mündet der After, so daß der Darm, welcher nebst dem Magen und der Leber nur sehr unbedeutend ist und gerade in der Mittellinie des Thieres liegt, schleifenartig gebogen erscheint. Die Mitte der Schalen ist gewöhnlich eingesenkt. Die Seiten dagegen sind bauchig, denn hier befinden sich die bedeutendsten Massen des Körpers. Es befinden sich jederseits nahe unter dem Schloßrande zwei starke Schließmuskeln, welche sich an die Schalenklappen heften. Man nennt daher die Terebratulinen auch wohl viermuskelige Muscheln (Tetramyaria). Jederseits liegt, zwischen den Mantellappen verborgen, eine haarlöckchenartig aufgerollte, gefränselte, muskulöse Ranke (Fig. 972), womit das Thier bei halb geöffneter Schale spielt, um dadurch einen Wirbel im Wasser zu erregen und Speise zum Munde zu spülen.


Fig. 972. Die Terebratel in ihrer geöffneten Schale mit den Spiralranken, von denen die linke ausgestreckt ist.

Diese Ranken, Arme oder Füße genannt, sind befestigt auf dem oben erwähnten Knochengerüstchen der kleineren Schalenklappe. Besondere Kiemen besitzen die meisten Terebratulinen nicht; die gefäßreiche Innenseite des Mantellappens verrichtet den Dienst der Athmungsorgane. Nur die Zungenmuscheln haben Kiemenlappen, wie die Muschelthiere. Merkwürdig ist es, daß in jeder Seitenhälfte der Terebratulinen ein besonderes Herz pulsirt und ein besonderer Kreislauf stattfindet, auch die Nervenorgane und die ganze Muskulatur, sowie der Eierstock in jeder Hälfte ganz in gleicher Form vorhanden sind. Mitunter werden die beiden Seitentheile der Schale sehr groß, während die Mitte zurückbleibt, und die Gehäuse sehen dann wie getheilt aus; aber es kommt ausnahmsweise auch vor, daß die eine Seite in der Entwicklung einhält, während die andere Seite fortwächst, und so entstehen die vielfachsten Zerrgestalten.

Besondere Sinnesorgane scheinen den Terebratulinen ganz zu fehlen.

Die Thiere sind stets festgeheftet und bilden ganze Gesellschaften im Meere, ähnlich wie die austernartigen Muscheln. Ihre Gehäuse erfüllen manche Gebirgsschichten in solchem Grade, daß z. B. die Muschelkalklager der Triasfor=

mation ihren Namen nach der unendlichen Menge von Schalen der gemeinen Terebratel (Fig. 988) erhalten haben, aus denen dieselben oft fast ganz zu bestehen scheinen. Durch ihr Vorkommen in den verschiedensten normalen Ablagerungen aller Perioden sind die Terebratulinen eine der wichtigsten Thierklassen, wenn nicht die allerwichtigste, für die Erkennung des Alters der Gebirgsformationen. Ihre Gehäuse sind meistens ausgezeichnet gut erhalten, und selbst von den innern Theilen beobachtet man versteinerte Spuren, besonders von den Armranken (Fig. 973) und Eierstöcken. In der Uebergangsformation, wo ihre Mannigfaltigkeit und Häufigkeit die der Muschelthiere erheblich übertrifft, finden sich die Spiriferen (Fig. 973, 974 und 975) und Orthis (Fig. 976 und 977), welche ausschließlich den primären Formationen angehören, sowie die Pentameren (Fig. 978 und 979), die Calceolen (Fig. 980) und Produkten (Fig. 981 — 985), welche ebenfalls hauptsächlich in diesen ältesten petrefaktenführenden Schichten vorkommen, aber auch schon zahlreiche Arten des noch jetzt fortdauernden Geschlechtes der Terebrateln (Fig. 986 und 987). In der Steinkohlenformation erscheinen einzelne Spiriferen (Fig. 974), Produkten (Fig. 983) und Terebrateln. Eben

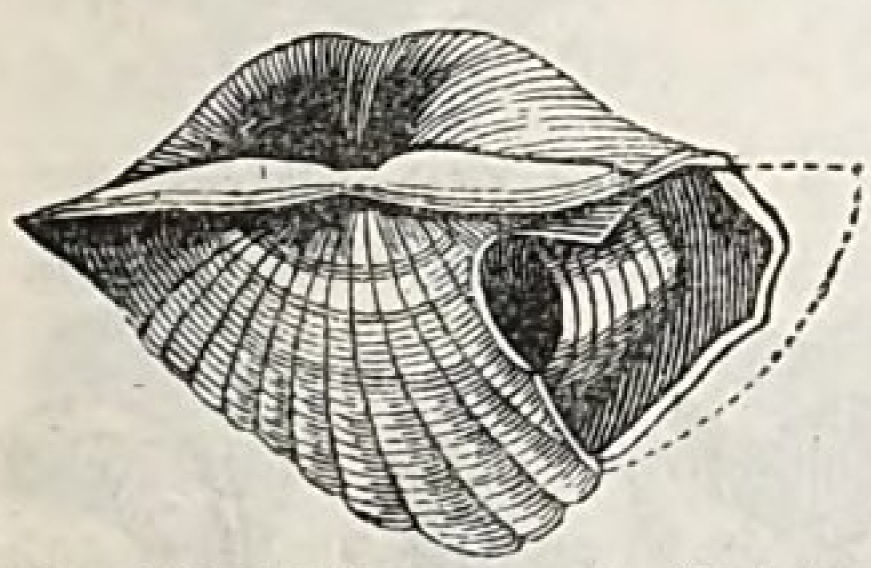


Fig. 973. Spirifer trigonalis. Aus den devonischen Schichten des Uebergangsgebirges.

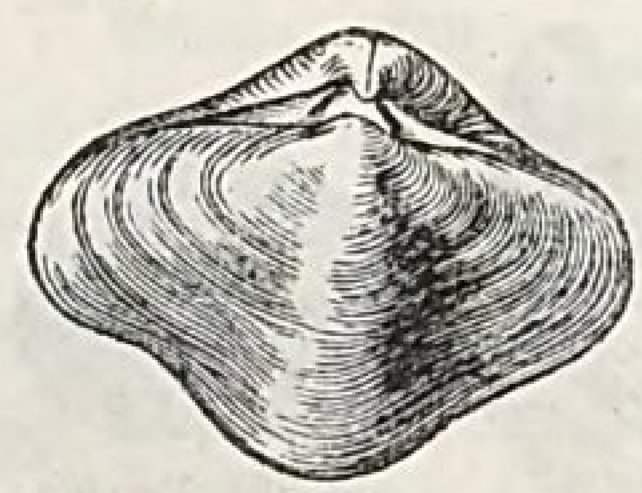


Fig. 974 Spirifer glaber. Bergkalk (Steinkohlenformation).

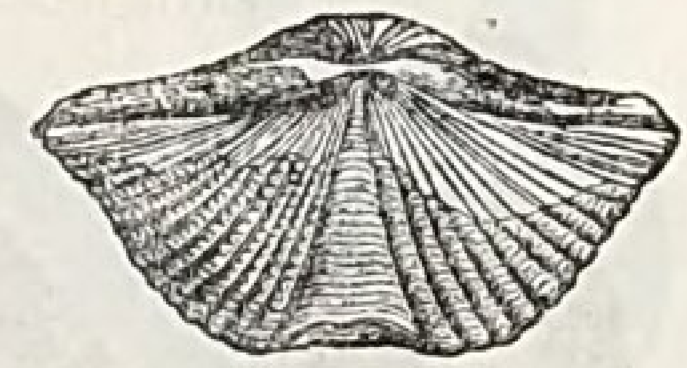


Fig 975. Spirifer undulatus. Zechstein (Kupferschieferformation).

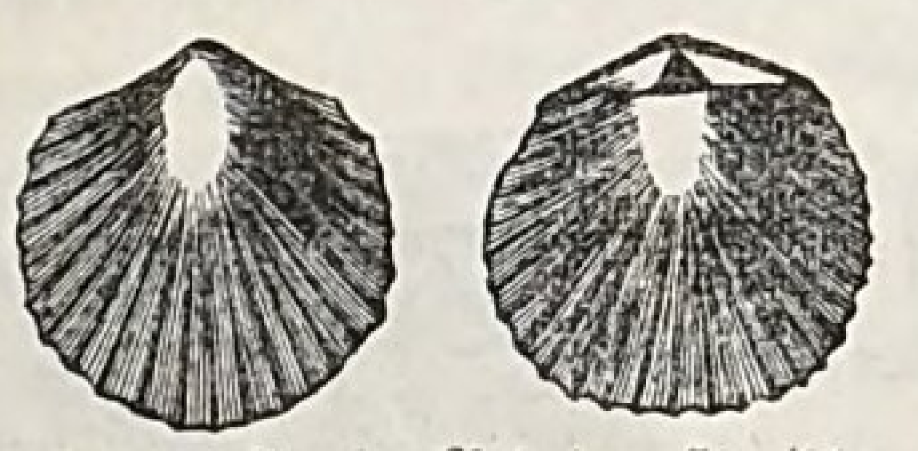


Fig. 976 Orthis testudinaria. Aus den silurischen Schichten des Uebergangsgebirges.

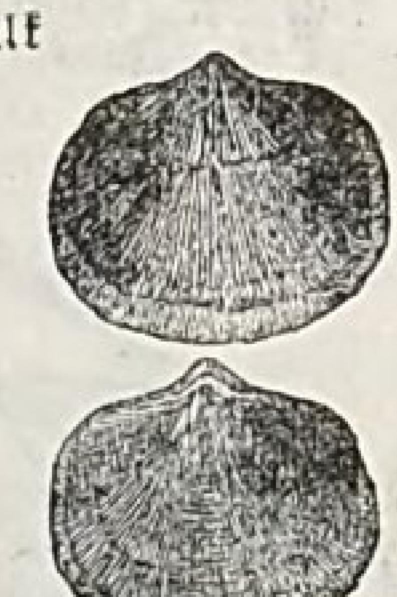


Fig. 977. Orthis orbicularis. Silurische Schichten



Fig. 978. Pentamerus Knightii. Silurische Schichten.



Fig. 979. Pentamerus lævis. Steinkern. Silurische Schichten.

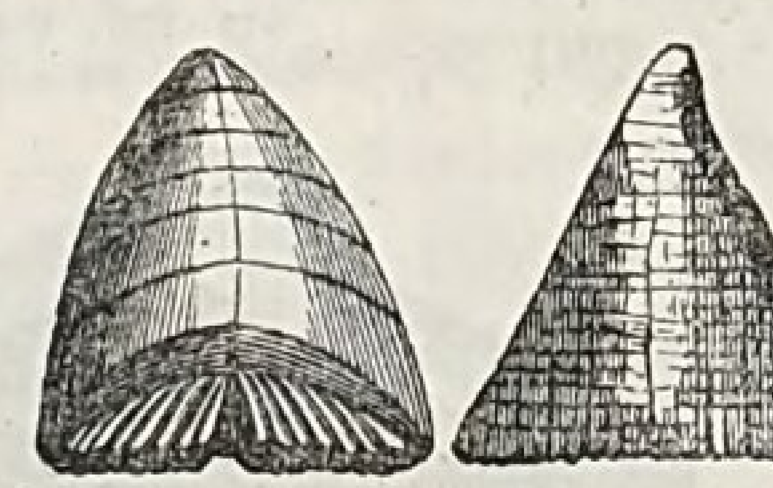


Fig 980. Calceola sandalina. Aus den devonischen Schichten der Uebergangsformation.

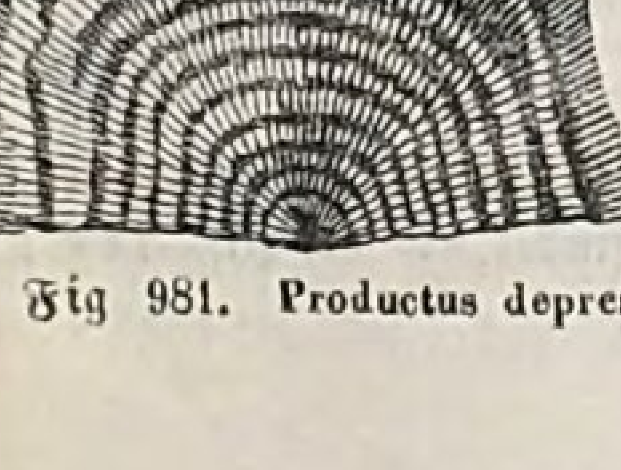


Fig 981. Productus depressus.

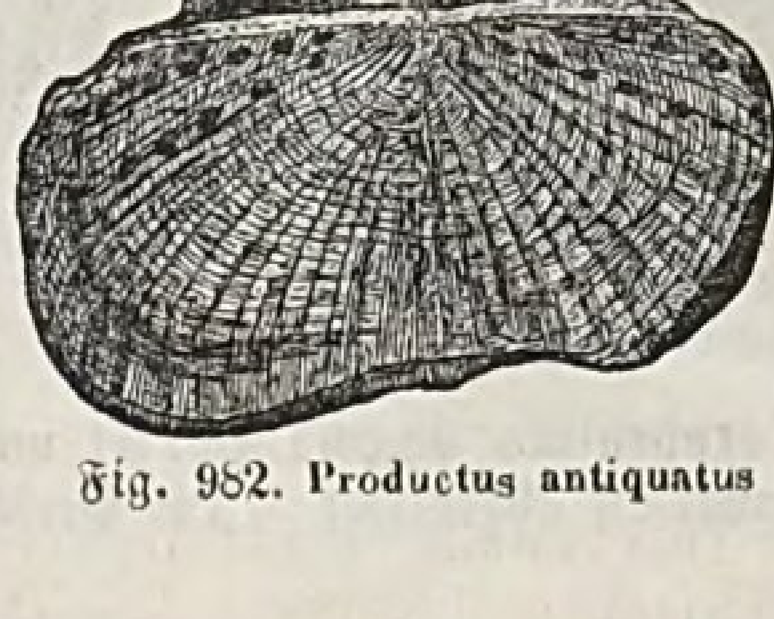


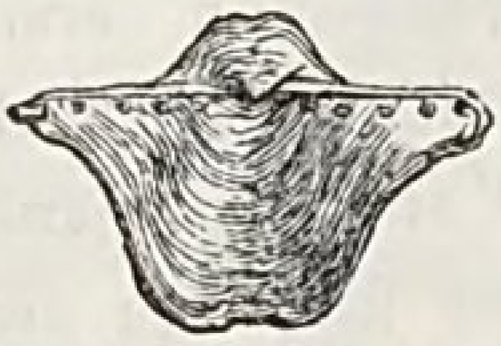
Fig. 982. Productus antiquatus



Fig. 983. Productus Martini. Bergkalk (Steinkohlenformation).

so in der Kupferschieferformation (Fig. 975, 984 und 985). In der Trias verdient die gemeine Terebratel (Fig. 988) vorzugsweise genannt zu werden;


Fig. 984. Productus calvus. Zechstein (Kupferschieferform.)


Fig. 985. Productus aculeatus. Zechstein.

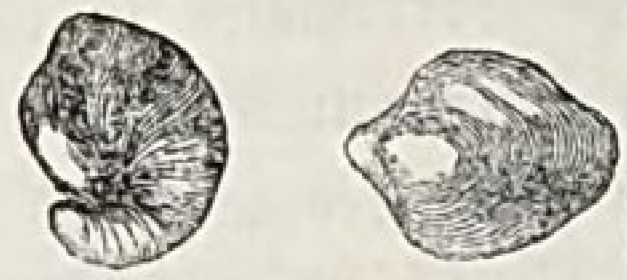
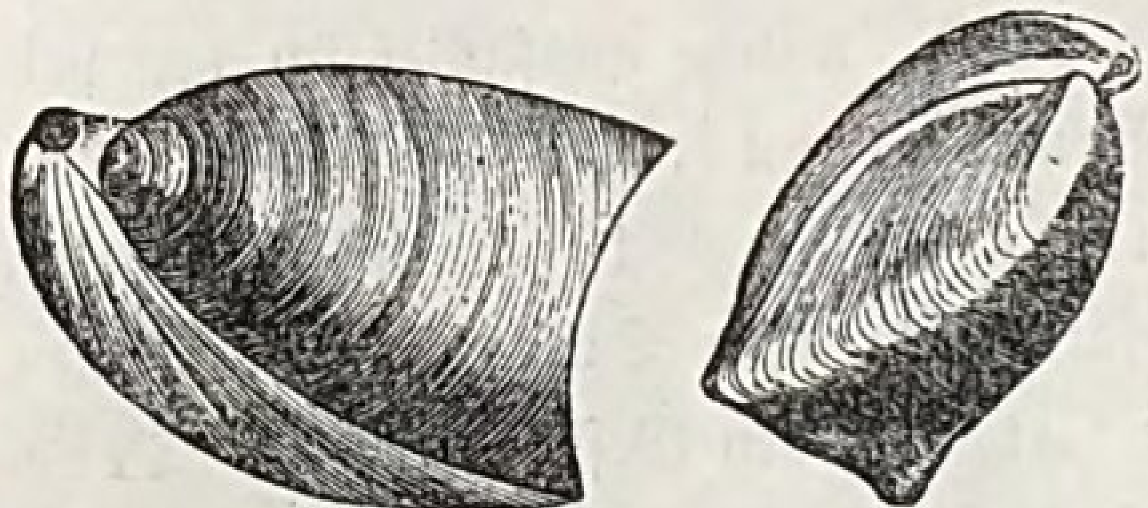
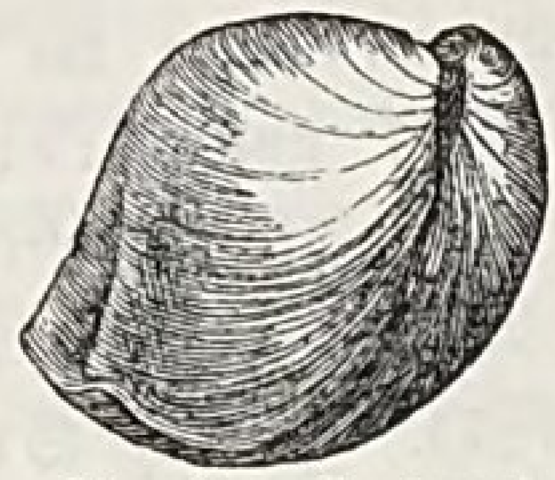
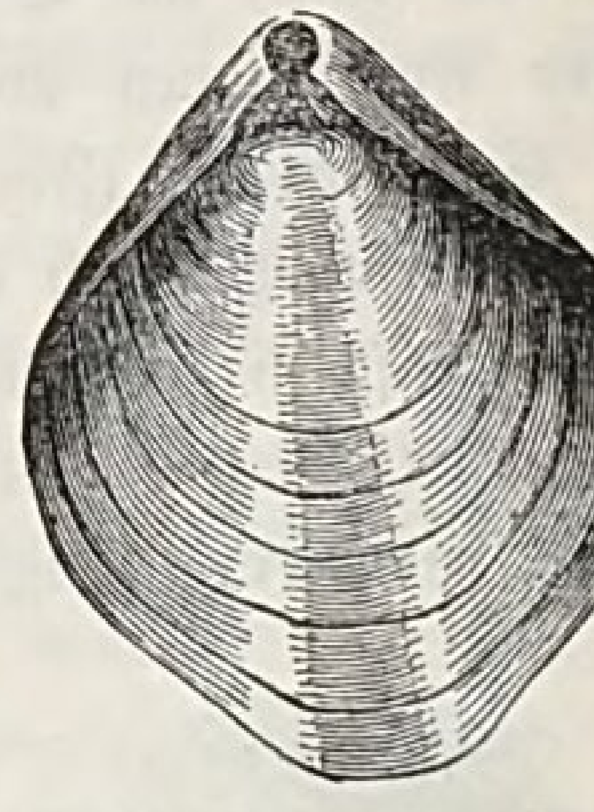
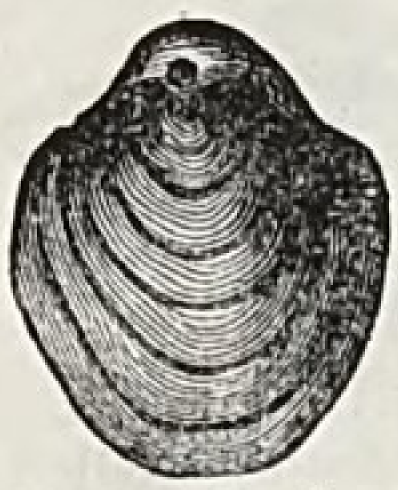

Fig. 986 Terebratula navicula. Silurisches Uebergangsgebirge.

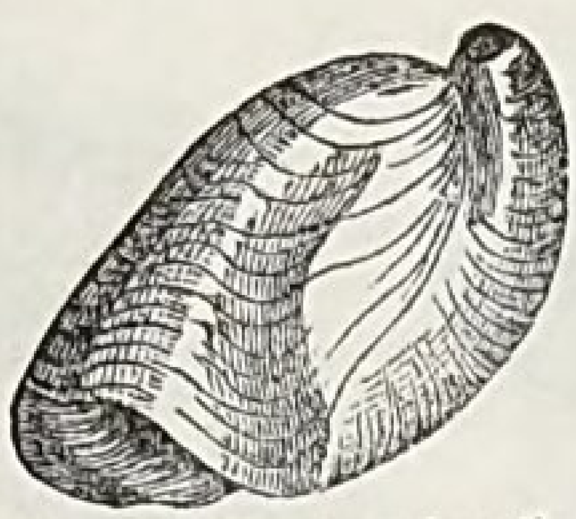

Fig. 987. Terebratula porrecta (Strygonocephalus Burtini). Devonisches Uebergangsgebirge.


Fig. 989. Terebratula digona. Dogger. (Oolithformation)


Fig. 990. Terebratula globata. Dogger.


Fig. 988. Terebratula vulgaris. Muschelkalk (Triasformation).


Fig. 991. Terebratula impressa. Oxfordthon.


Fig. 992. Terebratula sella. Obere Juraschichten.

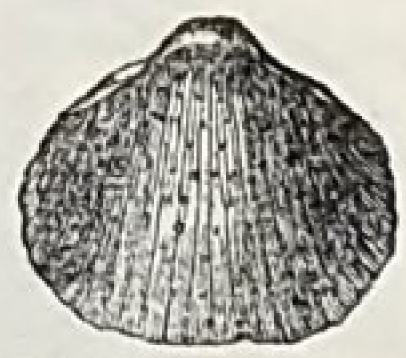

Fig. 993. Terebratula spinosa. Dogger.


Fig. 994. Terebratula Thurmanni. Oxfordthon.


Fig. 995 * Terebratula octoplicata. Mittlere und obere Kreideformation.


Fig. 996. Terebratula Defrancii Weiße Kreide.

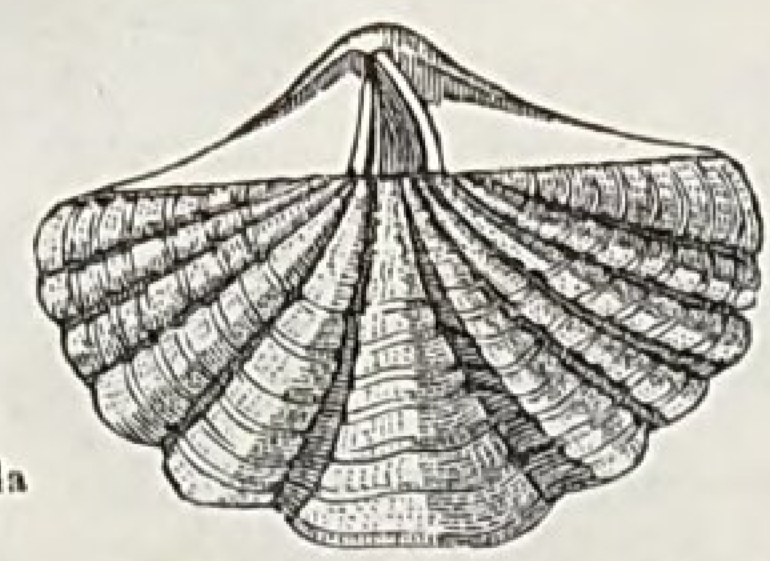
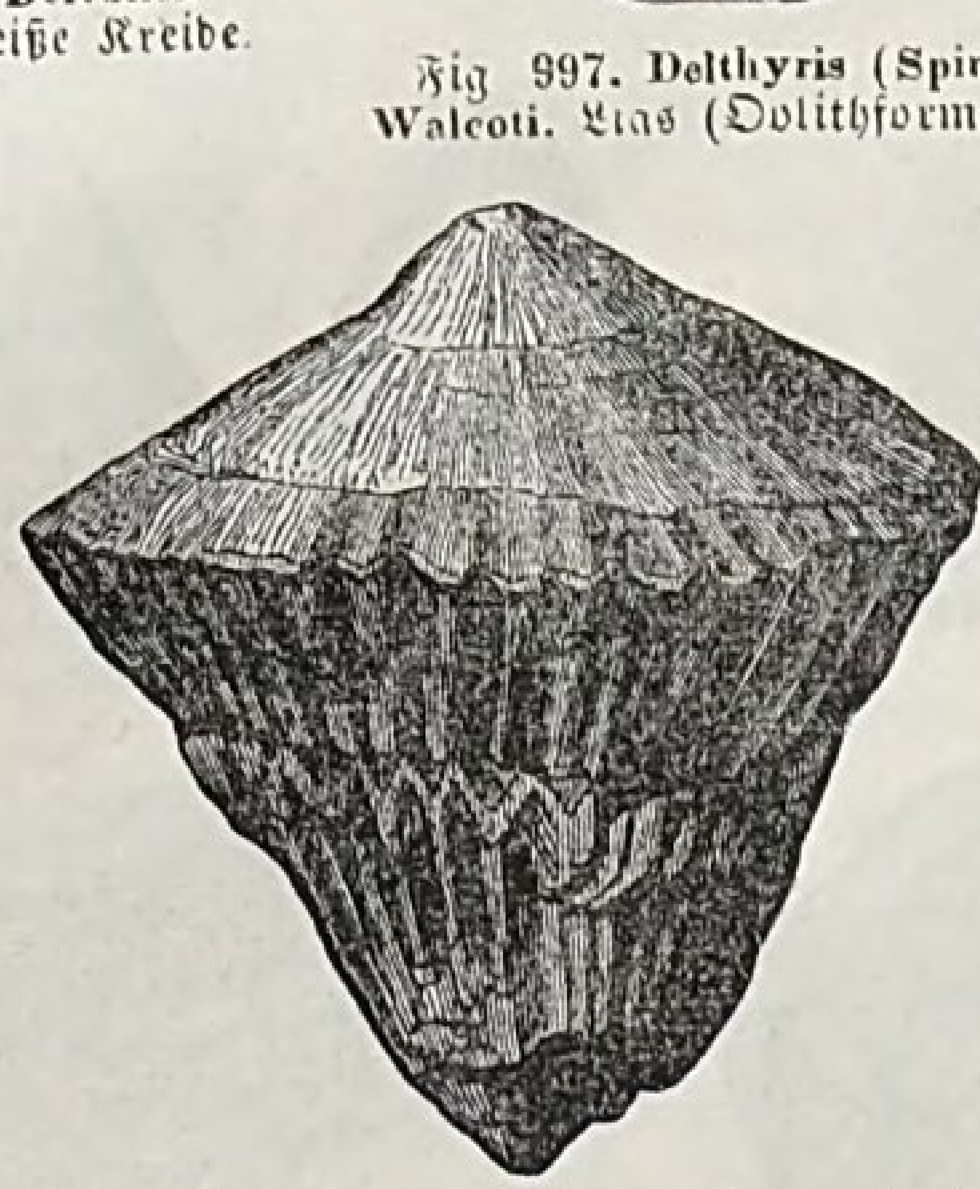
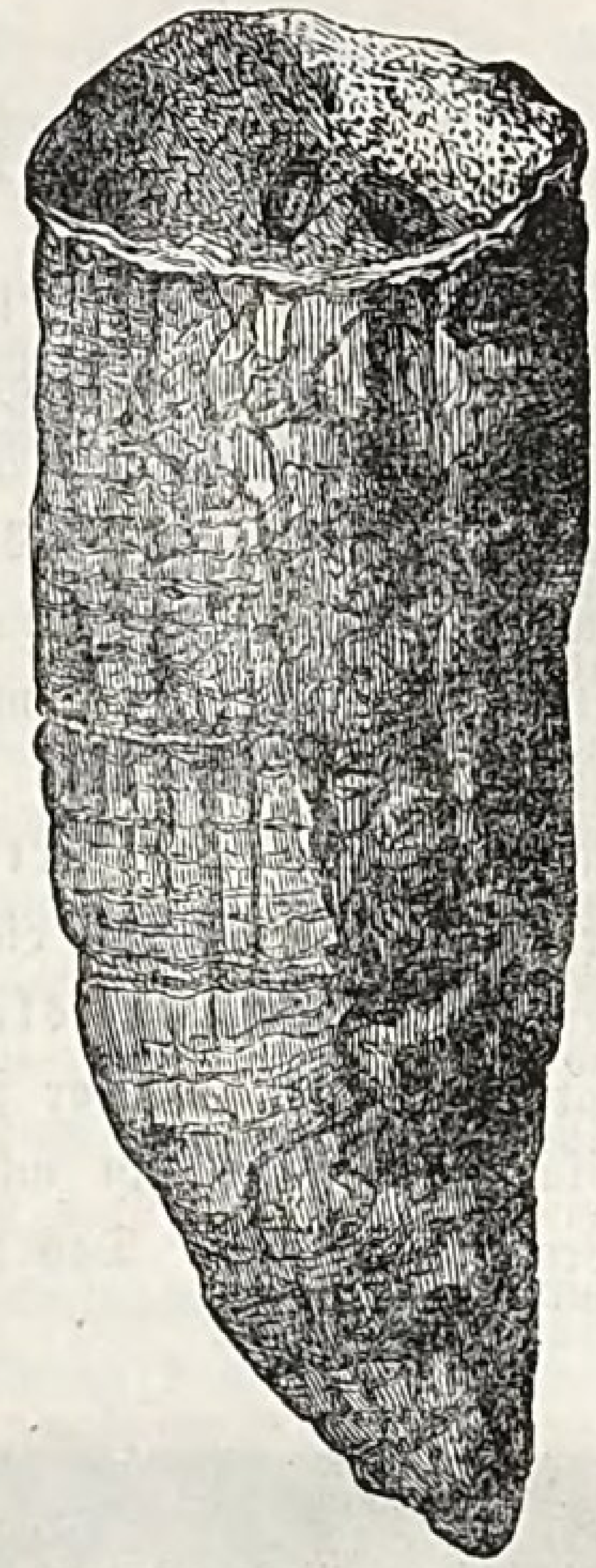

Fig. 997. Delthyris (Spirifer) Walcoti. Lias (Oolithformation).


Fig. 998. Hippurites organisans Hippuritenkalk. (Südeuropäische Kreideformation.)


Fig. 1000. Sphærulites ventricosa. Hippuritenkalk.

* Durch ein Versehen sind Terebratula digona Fig. 51 und Terebratula octoplicata Fig. 52 als Petrefakten der Uebergangsformation abgebildet. Die Berichtigung findet sich bei Fig. 144 und Fig. 189 bezeichnet.

sie bezeichnet diese Formation genugsam, da sie fast nirgends fehlt. In der Oolithformation, welch ein Reichthum an Delthyren (Fig. 997), welche einen besondern wieder aufblühenden Stamm der Spiriferen bilden, besonders aber an Terebrateln (Fig. 989 — 994); dann Arten ganz neuer Geschlechter: die Zungenmuscheln (Lingula), welche schon in der Trias einzeln vorkommen und von denen alle spätern Formationen und auch die jetzigen Meere stets einzelne wenige Arten aufzuweisen haben; die Kreismuscheln (Orbicula), die Cranien (Crania) und Thecideen (Thecidea), sämmtlich mit ähnlichen Verhältnissen des Alters und der Fortdauer in der Schöpfung. In der Kreideformation sind die Terebrateln nicht minder häufig und mannigfaltig (Fig. 995 und 996); aber zu ihnen gesellt sich hier eine merkwürdige neue Familie, welche sich ganz auf diese Formation beschränkt, die der Rudisten (Fig. 998 — 1000). Kennte man nicht die Cranien, welche mit ihrer einen Klappe an Steinen oder andern Gegenständen aufgewachsen zu sein pflegen, während die andere gleichsam einen gewölbten Deckel darüber bildet, so würde man kaum im Stande gewesen sein, die Natur der Rudistengehäuse zu enträthseln. Die eine Schale derselben hat eine tiefe trichter- oder röhrenförmige Gestalt und innen zwei niederlaufende wulstige Leisten; die andere bildet einen flachen oder auch trichterförmigen Deckel über der ersten. Bei sehr vollkommen erhaltenen Exemplaren von Hippuriten erkennt man mitunter Spuren von Muskeleindrücken und von Spiralranken. Die Schalen sind stets kolossal plump, blättrig zellig wie Austerschalen, und wie diese stets angewachsen, bankweise zusammengehäuft und daher oft sehr unregelmäßig gestaltet. Die Hippuriten (Fig. 998 und 999) und Sphäruliten (Fig. 1000) gehören zu dieser Familie. Manche Gebirgsschichten der Kreideformation im südlichen Europa sind überfüllt mit ihren Gehäusen oder deren Steinkernen. Der Quadersandstein Sachsens enthält letztere ebenfalls sehr häufig, aber nördlicher finden sie sich nicht. — In den Tertiärformationen sind nur wenige Orbiculinen, Cranien und Lingulen anzutreffen; alle die ältesten Geschlechter, so wie auch die Rudisten sind erloschen; nur die Terebateln finden sich noch ziemlich zahlreich, wenn gleich nicht entfernt mehr in den früheren Verhältnissen. Gegenwärtig kennt man lebend wohl noch dreißig Arten derselben.


Fig. 999. Hippurites biloculata. Hippuritenkalk.

V. Klasse. Die Schlauchthiere.

Die Schlauchthiere sind schalenlose Weichthiere, von einem sack- oder schlauchförmigen Mantel ganz umhüllt, welcher bei den Seescheiden (Fig. 1001) nur an der Mund- und Afteröffnung, bei den Salpen (Fig. 1002) dagegen auf der ganzen Oberfläche des kopflosen Rumpfes angewachsen ist. Die Thiere zeigen eine äußerst unvollkommene Organisation. Man bemerkt fast nichts als einige Muskelbänder, welche Zusammenziehungen der Körpertheile bewirken, einen schlauchförmigen Darm mit einer großen Magenhöhle und in einer Höhle hinter dem Munde einige kiemenartige Blätter (Fig. 1003). Eine Drüsenschicht von gelbbrauner Farbe, welche die Wandungen des Magens auskleidet, ist als Leber zu betrachten. Der Kreislauf des Blutes geht zwar vermittelst eines Herzens und Adergefäßen vor sich, allein auf eine sehr unregelmäßige Weise, indem das Blut in denselben hin und wieder strömt, so daß sie bald als Arterien, bald als Venen erscheinen. Das Nervensystem beschränkt sich auf ein einziges geringes Ganglienknötchen.

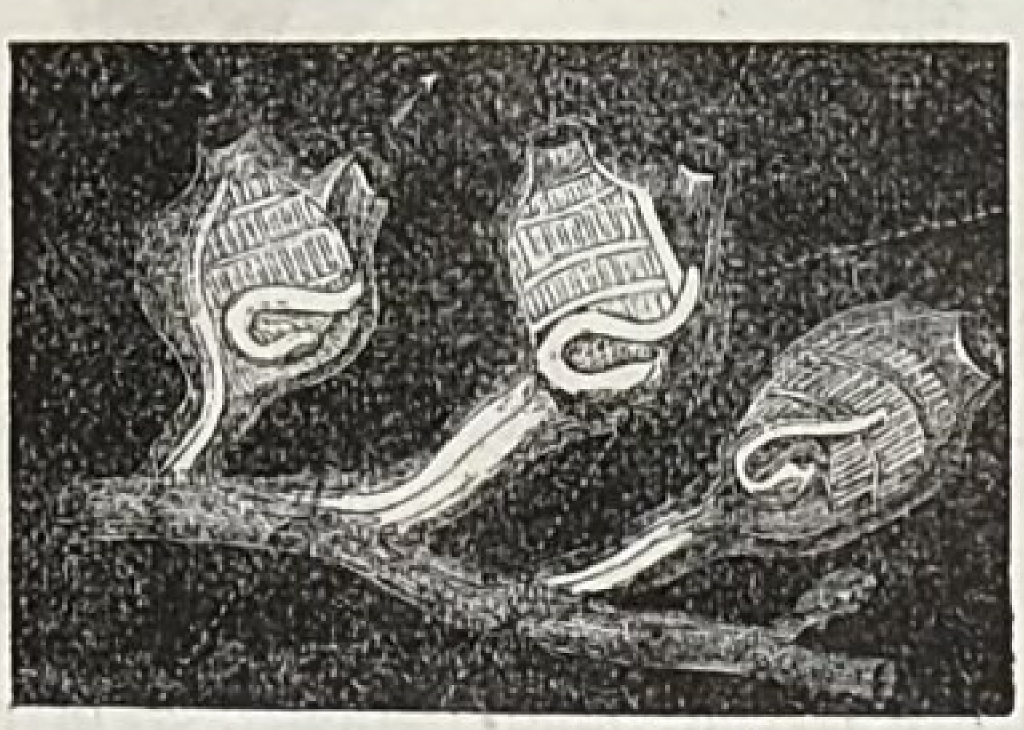


Fig. 1001. Eine Seescheidengesellschaft (**Porophora [Clavelina] lepadiformis**). *

* *t* Der gemeinschaftliche Stamm; *e* Magen; *i* Afterdarm; *a* After; *b* Mund.
Die Pfeile bezeichnen die Richtung des zur Athmung und Ernährung einströmenden und ausströmenden Wassers.

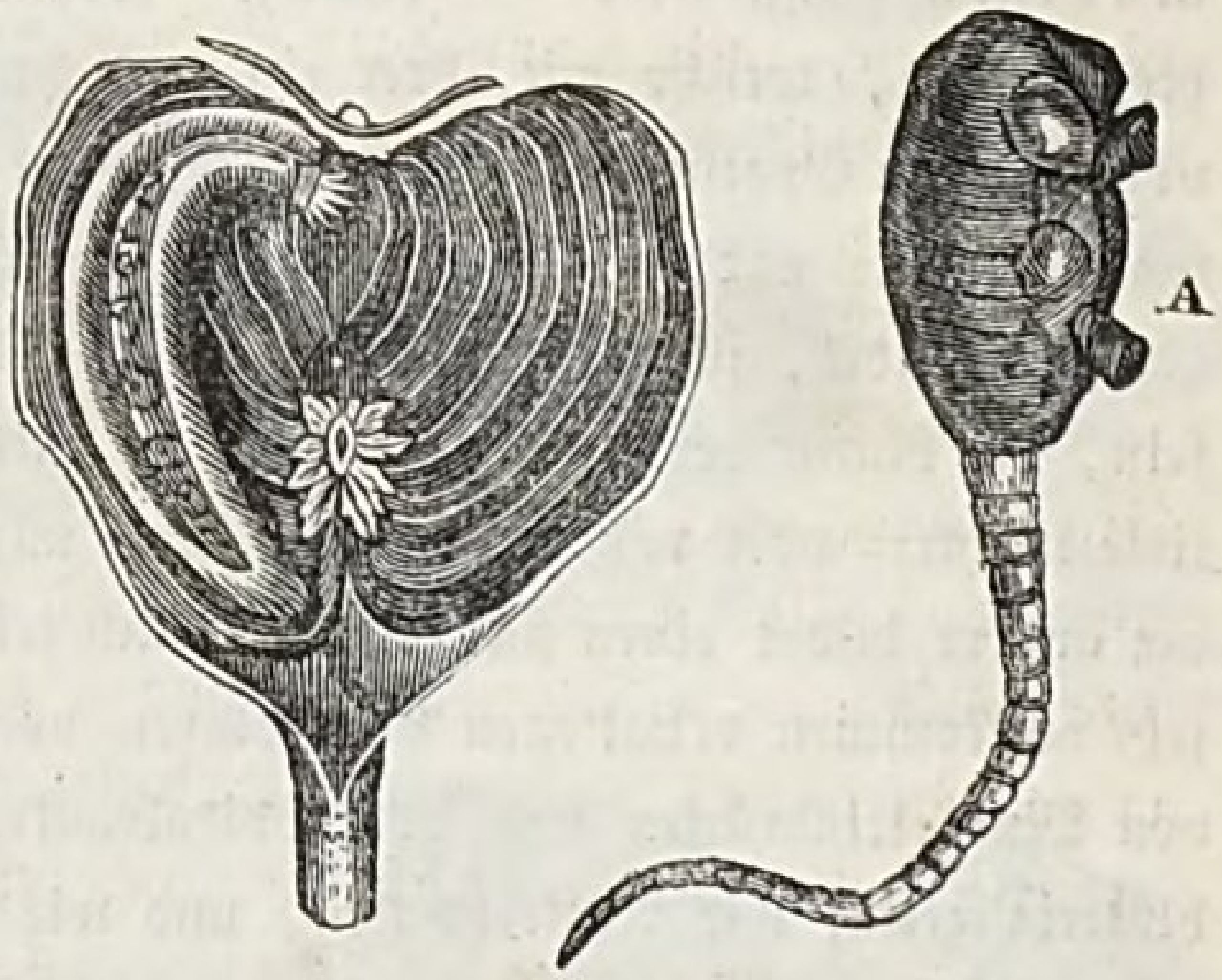


Fig. 1003. Eine einzelne Seescheide (**Ascidia australis**). *

* **A** Das ganze Thier, mit seitwärts gerichteter Mund- und Afteröffnung, auf seinem Anheftungsstiele.
B Der Schlauch desselben geöffnet, um den Darmkanal und die Kiemenfalten zu zeigen.

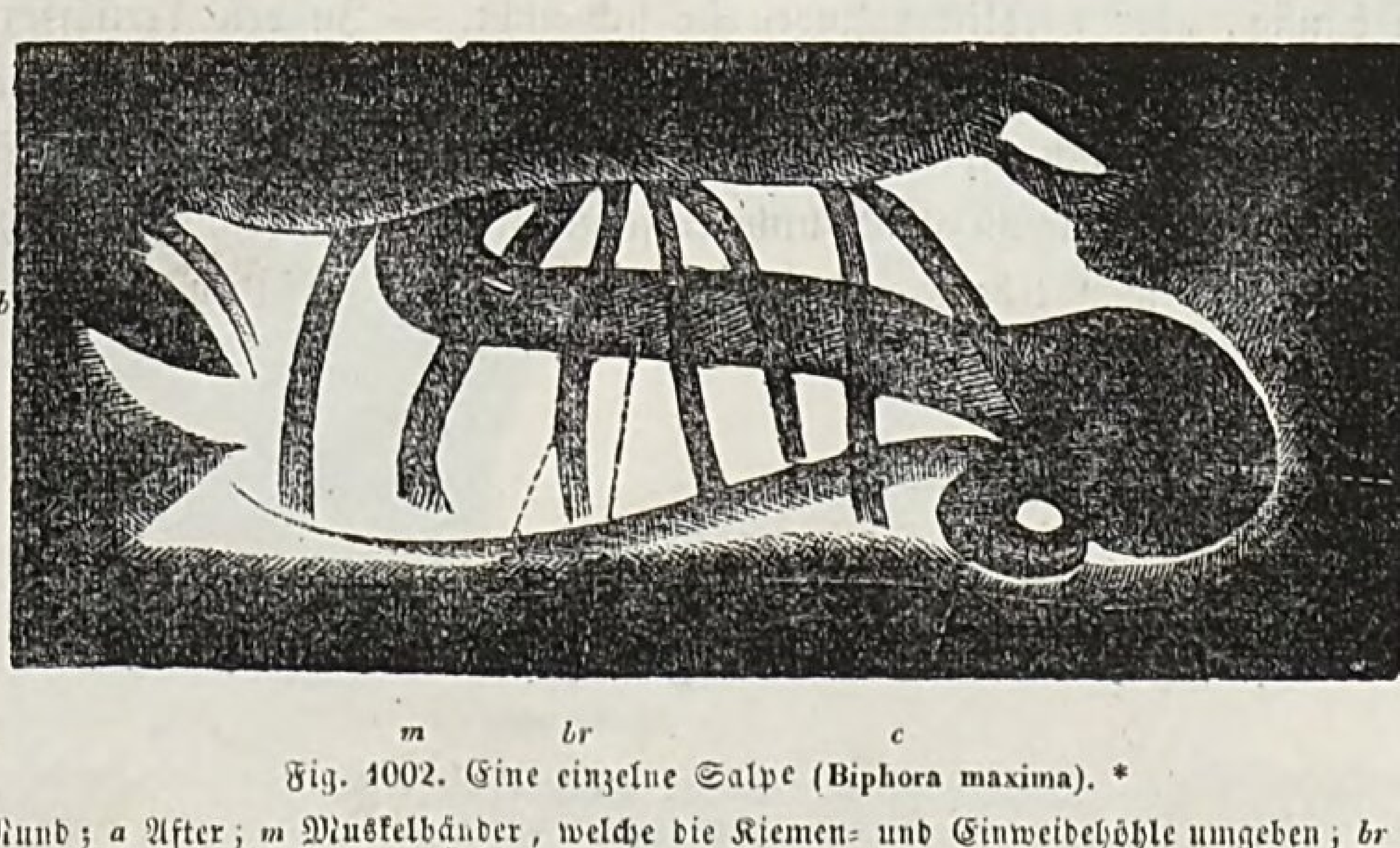


Fig. 1002. Eine einzelne Salpe (**Biphora maxima**). *

* *b* Mund; *a* After; *m* Muskelbänder, welche die Kiemen- und Einweidehöhle umgeben; *br* Kiemen; *e* Eingeweidehöhle, worin Magen, Leber u. s. w.; *c* Herz.

Merkwürdiger Weise sind diese Schlauchthiere lebendig gebärend; ihre Fortpflanzung ist aber noch mit einer Seltsamkeit verbunden, welche wir noch bei keiner der bisher betrachteten Thierklassen kennen gelernt haben. Sie erscheinen nämlich in einer abwechselnden Aufeinanderfolge einander unähnlicher Nachkommenschaften. Die einen leben einzeln, besitzen keine eigentliche Fortpflanzungsorgane, sondern bekommen Knospen, aus welchen sich Brutsprossen entwickeln. Diese Brutsprossen geben nicht etwa einem einzelnen Thiere, sondern einer ganzen Gesellschaft die Entstehung, und eine solche Gesellschaft bleibt während ihres ganzen Lebens, bald in einer kreisförmigen Reihe um eine gemeinsame Axe, bald in zwei neben einander laufenden geraden Reihen (Ketten) abwechselnd gestellt, zusammengewachsen. Eine derartige Thiergruppe ähnelt einigermaßen einer belebten Pflanze. Die Mitglieder derselben sind zwar in der äußern Form den Einzelthieren ähnlich, unterscheiden sich jedoch zumal auch durch die Einrichtung ihrer unvollkommenen Muskulatur. Diese Gruppenthiere pflanzen sich nicht durch Knospen, sondern stets durch Eier fort, und die aus solchen Eiern entstehenden Thiere leben wieder einzeln. —

Die Haut der Tunicaten besteht aus einem eigenthümlichen, in Säuren und Alkalien unlöslichen Stoffe, welcher seiner chemischen Mischung nach völlig mit dem stickstofffreien Holzstoffe, der sogenannten Cellulose der Pflanzen, übereinstimmt.

Die Schlauchthiere leben nur in den Meeren und ziehen ruckweise Wasser durch den Mund ein, welches ihnen gelegentlich die nöthige Nahrung mit zuführt. Ihr weicher, fast gallertartiger Körper macht dieselben nicht geeignet, Spuren ihres Daseins in den Ablagerungen des Meeres zu hinterlassen. Man weiß daher nicht, ob auch in frühern Perioden der Schöpfung schon ähnliche Geschöpfe existirt haben.

VI. Klasse. Die Rippenquallen.

Man glaubt gegenwärtig, auch die merkwürdigen Rippenquallen (Fig. 1004), welche bislang mit den Hohlthieren zusammengestellt wurden, zu den Weichthieren rechnen zu müssen. Dieselben theilen die Unvollkommenheit der Organisation mit den Schlauchthieren. Ihr Körper ist eiförmig oder walzig, auch wohl bandförmig platt und gestreckt. Eine große Magenhöhle mit zwei Oeffnungen, einem Munde und gegenüberliegenden After, dient zur Verdauung und zur Athmung; kammförmige, mitunter den Rippen einer Melone ähnliche Grate von weicher Masse, sogenannte Schwimmblätter, mit zahlreichen Hautblättchen besetzt, dienen als Ruderwerkzeuge, und zwei lange Tentakelfäden mit feinen Wimpern versehen, scheinen Tast- und Greiforgane zugleich zu sein.

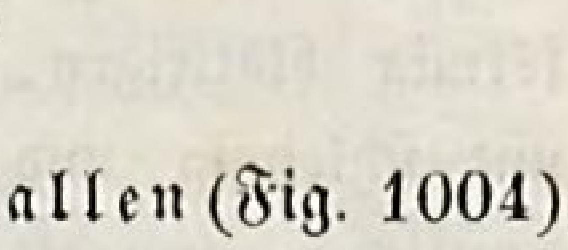


Fig. 1004
Eine Rippenqualle * (Beroe pileus). ¼ d. n. Gr.
* a Tentakel; b Mund; c After.

*

Uebersicht der Strahlthiere.

I. Klasse: Sternwürmer. Holothuridea.
II. Klasse: Seeigel. Echinidea.
III. Klasse: Seesterne. Stelleridea.
IV. Klasse: Hohlthiere (Quallen u. Armpolypen). Cœlenterata.
V. Klasse: Blumenthiere. Anthozoa.

I. Klasse. Die Sternwürmer.

Die Strahlthiere zeichnen sich vor allen andern Thieren durch die größte Regelmäßigkeit der Körperbildung aus, indem bei ihnen alle Organe gleichsam strahlenförmig um einen gemeinsamen Mittelpunkt gestellt sind, in welchem letztern sich der Mund befindet.

Die sogenannten Sternwürmer ähneln zum Theil im ausgestreckten Zustande durch walzenförmige Körpergestalt einigermaßen manchen eigentlichen Würmern, unterscheiden sich aber von denselben durch ihre Organisation bedeutend. Wenn sie sich zusammengezogen haben, so ist ihre Gestalt fast kugelig. Ein Kopf ist nicht vorhanden; der ganze Leib bildet meistens einen weichen, gurkenförmigen Muskelschlauch, an dessen vorderem Ende sich, zwischen Falten verborgen, der bei einigen rüsselartig ausstreckbare Mund befindet, während am hintern Ende der After sich ausmündet. Den erstern umgibt ein laubartiger Stern oder eine Krone von büschelförmig blättrigen, gänzlich einziehbaren Tentakeln. Die Haut ist lederartig und schleimig und bei den Sipunkeln oder Heberwürmern (Sipunculus) deutlicher geringelt, als bei manchen eigentlichen Würmern. Bei den Holothurien oder Seegurken (Fig. 1005) dagegen ist von Ringelung keine Spur.



Fig. 1005. Die gemeine Seegurke (Holothuria tubulosa). 1/3 d. nat. Gr.

Die Haut dieser letztern enthält Kalk in ihrem Gewebe in Form kleiner Stäbchen oder Plättchen, welche netzartig auf regelmäßige Weise in derselben verbreitet sind, ohne der Beweglichkeit hinderlich zu sein; auch ist sie bei denselben mit zahllosen weichen, zotteligen und fühlhörnerartigen Anhängseln versehen, welche ausgestreckt und zurückgezogen werden können und den Thieren dienen, um sich auf dem Boden des Meeres fortzubewegen, indem sie mit ihren Spitzen wie Saugnäpfchen anhaften. Man nennt diese Organe daher auch wohl Wandelfüßchen (ambulacra). Während solche bei manchen Gattungen ganz unregelmäßig zu stehen scheinen, bei andern nur an der einen Seite des Leibes auf einer Art Bauchsohle zusammengedrängt sind, bilden sie bei andern fünf lange streifenartige Gruppen, welche vom Munde zum Hinterende verlaufen und zwischen sich gleichmäßig breite leere Felder lassen. Zum Anhalten an andern Körpern besitzen die Haftwürmer oder Synapten (Fig. 1006) sehr eigenthümliche Haftorgane, nämlich Tförmige oder pfeilförmige Ankerchen von knochenartiger Kalkmasse, welche mit ihrem rundlichen Stiele auf den Kalkblättchen der Haut beweglich befestigt sind und durch Muskelfäden regiert werden, die durch feine Löcher der Kalkblättchen zu ihnen treten. Die Ankerchen selber sind nur höchstens $\frac{1}{3}$, mitunter $\frac{1}{22}$ Linie groß. Die Thiere heften sich vermittelst derselben klettenartig an fremde Körper. Der Mund der Sternwürmer ist von einem Kreise von Knochenknötchen umgeben. Taschenförmige Speicheldrüsen befeuchten die Haut desselben. Die Eingeweide bestehen nur in einem langen, verschiedentlich gefalteten und mittelst eines Gekröses an die Wandungen der Bauchhöhle befestigten Darmschlauche und großer Lebermasse. Die Säfte cirkuliren im größten Theile des Körpers ganz ähnlich wie in einer Pflanze, indem sie nicht in Adern eingeschlossen sind, sondern alle Gewebe durchdringen. Nur zwischen dem Darmkanale und den Athmungsorganen weben sich die Aderchen eines zweifachen (arteriellen und venösen) Gefäßsystemes in einander. Ein zusammenziehbares Bläschen in der Nähe des Mundes scheint die Dienste eines Herzens zu verrichten. Die Athmung geht bei den meisten innerhalb zweier sehr eigenthümlicher, hautiger Schläuche vor sich, welche wie ein Bäumchen ästig verzweigt und mit Blasen besetzt sind und nach Belieben des Thieres durch die Afteröffnung sich mit Wasser füllen. Bei den Haftwürmern fehlen sie. Ein sehr dünner Nervenstrang, welcher den Schlund umgibt, ist das einzige Organ höherer Thätigkeiten. Besondere Sinneswerkzeuge sind nicht vorhanden, außer den Tentakeln. — Die Fortpflanzung der Sternwürmer, die sämmtlich beiderlei Geschlechtes sind, geschieht durch Eier. Eine Menge, zum Theil verzweigter, Blindsäckchen, welche sich durch einen kleinen gemeinsamen Eiergang in den Mund öffnen, bilden den Eierstock und füllen sich zu Zeiten mit einer feinkörneligen Eiermasse, durch welche die Thiere ungeheuer aufschwellen. In ähnlichen

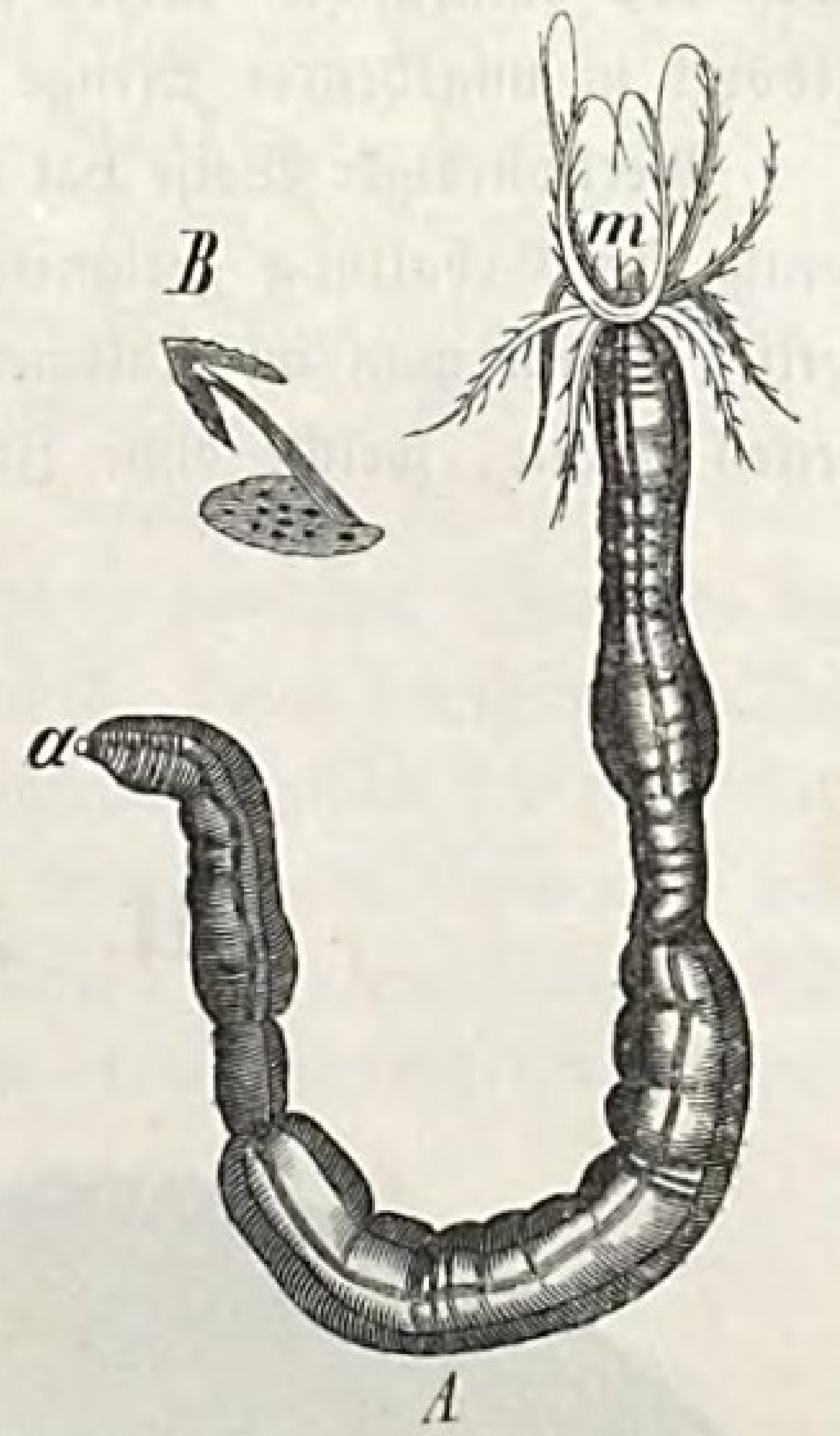


Fig. 1006. A Der Haftwurm (Synapta Duvernoy). *

* m Mund; — a After; durch den glashellen, hie und da zusammengezogenen Leib schimmert der Darm
B Ein sehr vergrößertes Kalktäfelchen der Haut mit einem Ankerhaken.

Behältern findet sich bei den Männchen die befruchtende Feuchtigkeit. Die Entwicklung der Eier geht so vor sich, daß sich der ganze Dotter in den Embryo, innerhalb der Eihaut verwandelt. Als Zellenballen, äußerlich mit Wimperhärchen besetzt, die in steter Flimmerbewegung zu sein pflegen, verläßt der Embryo schon die Eihülle, um erst allmählig sich weiter auszubilden. Die Reproduktionskraft, mit welcher diese Geschöpfe verlorene Körpertheile wieder erzeugen, ist außerordentlich. Wenn sie erschreckt werden, so ziehen sie sich durch die Muskelmasse ihres Rumpfschlauches so heftig zusammen, daß nicht selten alle Eingeweide herausprotzen. Allein, wenn auch diese mit sammt dem Munde und Eierstocke verloren gegangen sind, so erzeugen sie sich doch nach einigen Monaten wieder.

In der Größe sind die Sternwürmer sehr verschieden. Ihre Färbung ist oft prachtvoll. Man findet in allen wärmern Meeren Thiere dieser Klasse. Im indischen und chinesischen Meere sind die Trepangholothurien sehr häufig, welche gedörrt in ungeheurer Menge als Nahrungsmittel in China verbraucht werden. —

Merkwürdiger Weise hat man von dem Vorkommen der Sternwürmer, welche so wenig zur Erhaltung geeignete Theile besitzen, aus den Juraschichten deutliche Beweise, indem man im Kalkmergel bei Streitberg in Franken kleine Ankerchen entdecken konnte, welche ohne Zweifel von ausgestorbenen Haftwürmern herrühren.

II. Klasse. Die Seeigel.

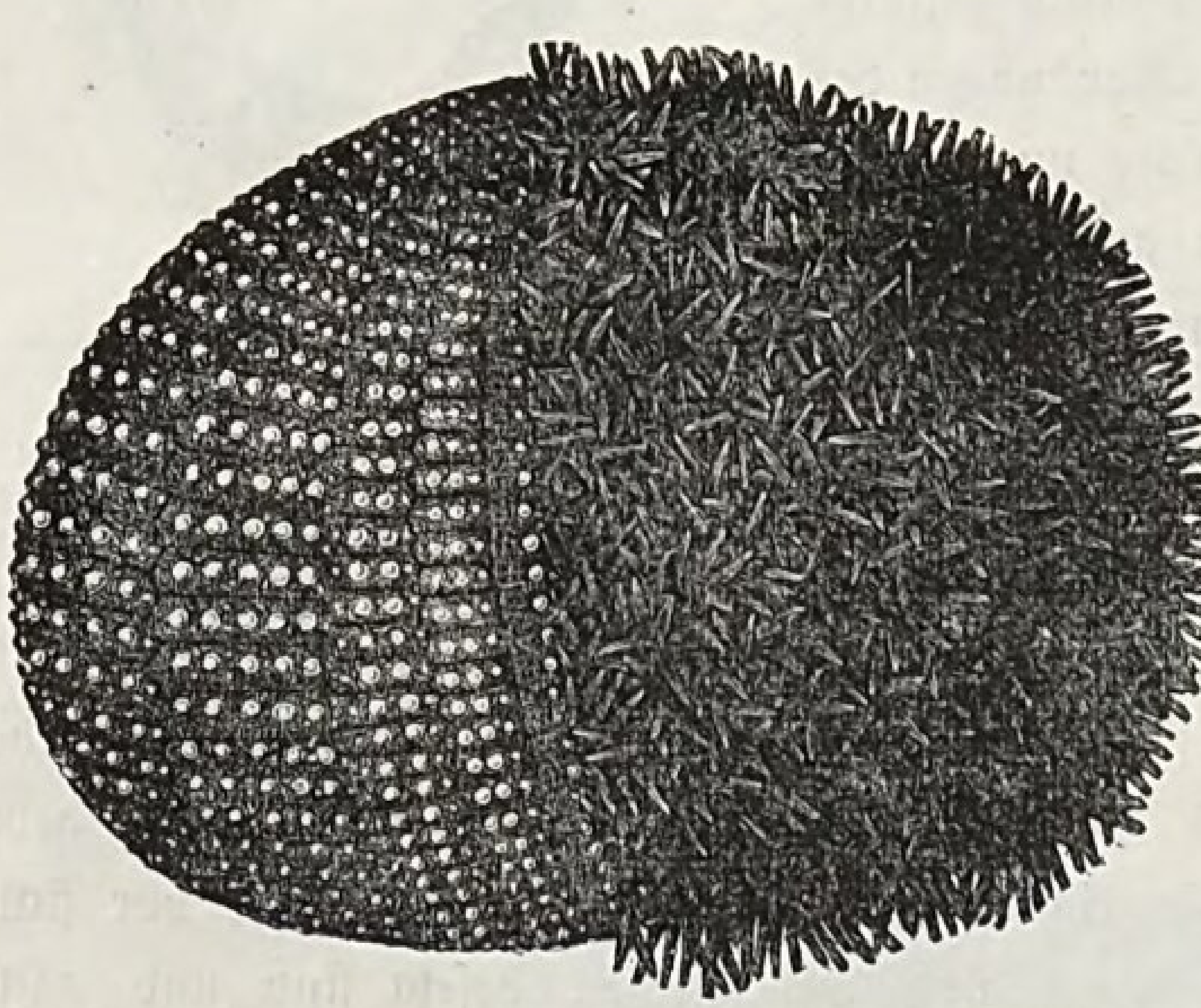


Fig. 1007. Der gemeine Seeigel. (Echinus esculentus).
(Auf der einen Hälfte sind die Stacheln weggenommen.)

Die Seeigel sind apfel-, halbkugel-, oder pilzhutförmige Thiere, deren Haut einen harten kalkigen Panzer bildet und mit beweglichen Stacheln besetzt ist. Der gemeine Seeigel (Fig. 1007), welcher in allen europäischen Meeren sehr häufig ist, bietet ein sehr vollkommenes Beispiel der Organisation dieser merkwürdigen Thiere dar. Der apfelförmige Körper desselben zeigt auf der breiteren, nach unten gerichteten Seite in der Mitte den Mund (Fig. 1008 C, m), welcher ein wenig vorstreckbar und mit fünf starken, sehr ausgezeichneten Zähnen besetzt ist. Oben auf dem Gipfel befindet sich die Afteröffnung. Räumt man von einem Theile der, eine feste Panzerschale bildenden, Haut die pfriemförmigen Stachelchen weg, welche dieselbe bedecken, so nimmt man wahr, daß in ähnlicher Weise, wie bei manchen Holothurien die Wandelfüßchen streifenweise vom Munde zum After regelmäßig gruppirt sind, breite Halbgürtel, welche dicht mit Stacheln besetzt sind, mit schmaleren ab-

wechseln, die nur einen Mittelstreifen von Stacheln tragen und deren Saumstreifen zahllose kleine, röhrenförmig durchbohrte Wandelfüßchen oder Ambulakren (Fig. 1008, B a'') tragen, ganz ähnlich deren der Holothurien. Die Ambulakren sind fähig, sich ganz zusammenzuziehen und wiederum lang auszudehnen, so daß sie bald als kurze Zotteln, bald als feine lange Haare erscheinen. Sie heften sich mit Hülfe ihrer Saugnäpfchen sehr fest an andere Gegenstände. Es finden sich fünf von solchen schmaleren Gürteln, man nennt sie Ambulakralgürtel, und die fünf breitern, welche mit ihnen abwechseln, heißen Interambulakralgürtel. Jeder dieser Gürtel besteht aus zwei Reihen sechsseitiger knochenharter Kalktäfelchen, welche, soweit sie mit Stacheln besetzt waren, eine Menge kleiner warzenförmiger Erhabenheiten tragen. Der Gipfel dieser Warzen bildet einen feinen abgerundeten Gelenkknopf, auf welchem allemal der Stachel mit einer entsprechenden Grube oder Gelenkpfanne beweglich angefügt ist. An den beiden Säumen jedes Ambulakralgürtels sind die Täfelchen frei von Warzen und Stacheln. Sie sind hier besetzt mit zahlreichen schrägen Querreihen der paarweise zusammenstehenden Ambulakren, deren jedes an seinem Ende ein einfaches Saugnäpfchen trägt. Unter jedem Ambulakrum ist die Schale äußerst fein durchbohrt, so daß diese Organe mit den im Innern des Thieres befindlichen Organen in Verbindung stehen. Eine zarte Haut, welche die Schale überzieht, ist mit feinen Muskelfädchen durchwoben, welche sich an den Gelenken der Stacheln ansammeln und die Bewegung dieser letztern bewirken. Zwischen den Stacheln stehen, besonders in der Umgebung des Mundes, kleine bewegliche kalkige Stielchen mit drei- oder viertheiligem Ende, dessen einzelne Spitzen sich zangenförmig zusammenlegen und öffnen können und dergleichen Bewegungen sogar nach dem Tode des Thieres noch zeigen. Diese Zangenorgane heißen Pedicellarien (Fig. 1080 B, p). Um die Afteröffnung, welche von einer etwas beweglichen und nur

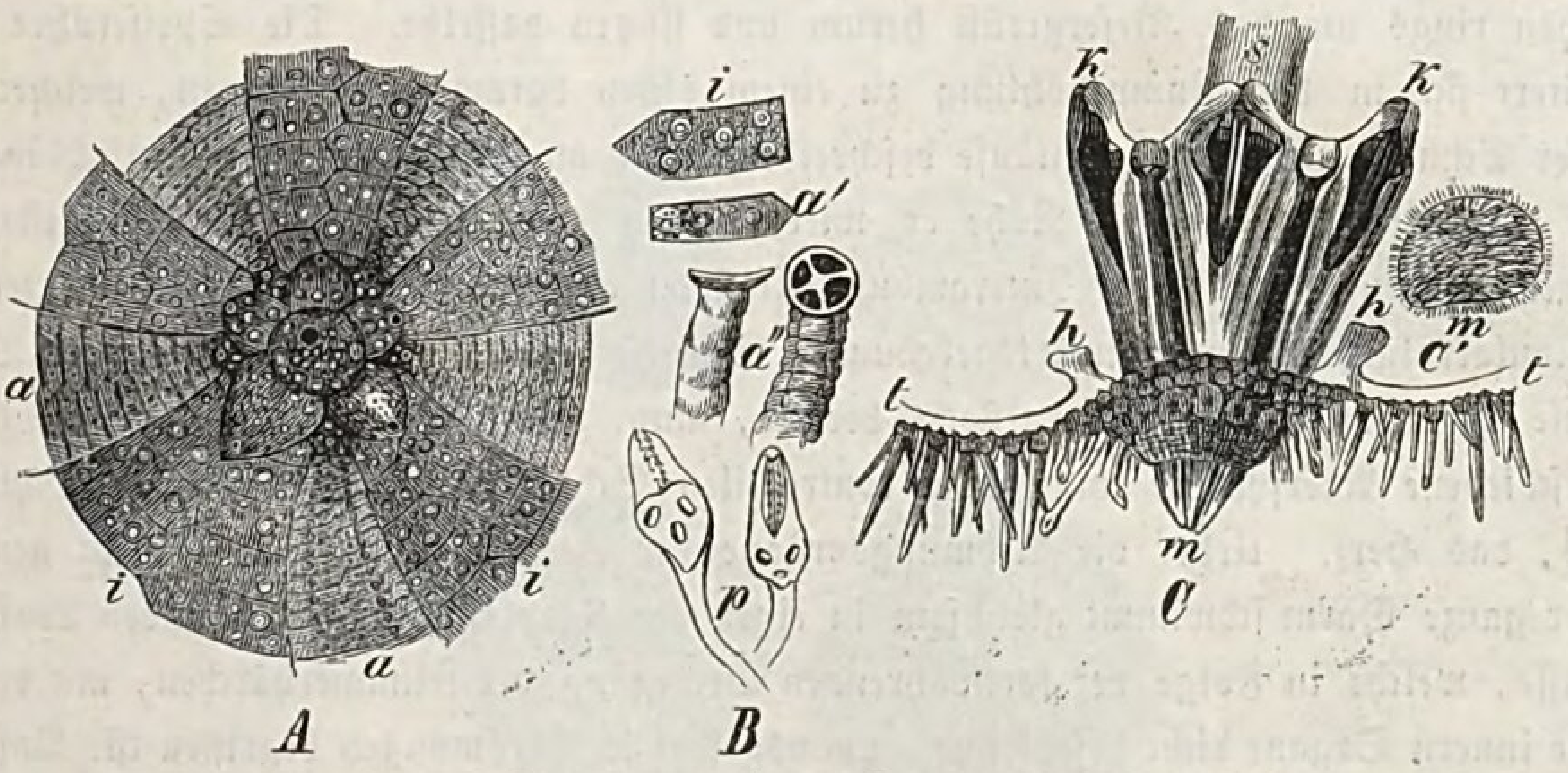


Fig. 1008. Organisation des gemeinen Seeigels (Echinus esculentus).

A Der Gipfel des Rückens; die Stacheln sind entfernt, man bemerkt jedoch die Warzenhöcker, auf welchen dieselben eingelenkt waren. Im Centrum befindet sich der After, umgeben von fünf großen Tafeln (Ovarialplatten) mit Oeffnungen für den Austritt der Eier. In den Winkeln dieser Tafeln befinden sich fünf kleinere (Ocellarplatten) mit den Augengrübchen und Oeffnungen zum Durchgange der Sehnerven. — a Ambulakralgürtel mit den pünktchenförmigen Oeffnungen, durch welche die Ambulakren mit dem Innern communiciren; — i Interambulakralgürtel. Die beiden größern Ovarialplatten sind „Madreporenplatten“.

B i' ein einzelnes Interambulakraltäfelchen; — a' ein einzelnes Ambulakraltäfelchen; — a'' sehr vergrößerte Ambulakren, um die Contractilität und den Saugnapf zu zeigen; — p Pedicellarien, sehr vergr.

C Der Mund des Seeigels im Profil, mit Darstellung der innern Stützknochen; — m Mund mit den fünf Zähnen; — tt Durchschnitt der Schale; — hh Knochenstücke der Schale, welche nach Innen vorragen; — kk Kiefergerüst (Laterne des Aristoteles); — s ein Stück der Speiseröhre, welche zwischen den Kiefern durchtritt.

C' Der Seeigel schwimmend, mit vorgestrecktem Munde, sehr verkleinert, zur Erläuterung der Fig. C; — m Mund.

mit kleinen platten Kalkkörnchen besetzten Haut umgeben ist, bilden fünf große fünfeckige und mit einer kleinen Oeffnung versehene Täfelchen einen Kranz (Fig. 1008). Ein jedes dieser Täfelchen entspricht gerade dem Ende eines Interambulakralgürtels. Man nennt dieselben, weil die Oeffnungen, von welchen sie durchbohrt sind, die Mündungen der Eierstöcke (ovaria) sind, Ovarialplatten. In den Winkeln, welche sie mit einander bilden, stehen je dem Ende eines Ambulakralgürtels entsprechend, ähnliche kleinere Täfelchen, mit einem rundlichen Grübchen, dessen Grund eine ganz feine Pore zeigt, welches aber beim Leben des Seeigels durch ein kleines einfaches Aeugelchen (ocellum) ausgefüllt ist, dessen Sehnerv durch die erwähnte Pore in dasselbe eintritt. Diese kleinern Täfelchen werden Ocellarplatten genannt. Auch die den Mund umgebende Haut ist lederartig und mit zahlreichen kleinen Kalkkörnchen bedeckt.

Die innere Organisation der Seeigel ist sehr einfach. Da ihr ganzer Rumpfsack ähnlich wie die Haut bei den Schildkröten verhärtet, gleichsam verknöchert ist, so sind gar keine zur Bewegung desselben bestimmte Muskeln auf der innern Seite desselben vorhanden. Nur eine Art von Bauchfell überkleidet hier die Kalktafeln und hält mit einem aus sehnigen Fäden bestehenden Gekröse die Eingeweide in ihrer Lage. Dagegen sind sehr stark entwickelte Muskeln in der Umgebung des Mundes und Schlundes vorhanden. Jeder der fünf langen Zähne stützt sich innerlich auf einen starken kahnförmig gekielten und dem Unterkiefer eines Vogels nicht unähnlichen Knochen. Diese fünf Knochen, deren also auch fünf sind, werden innerlich durch andere Knochenstäbchen zusammengehalten und bilden ein fünfseitiges pyramidenförmiges Gerüst (Fig. 1008 C), durch dessen Mitte die Speiseröhre hindurchtritt, und an welches sich sehr kräftige Kaumuskeln auf die regelmäßigste Weise anheften. Zehn Knochenblättchen, welche mit den Tafeln der Panzerschale verwachsen sind, stehen rings um das Kiefergerüst herum und stützen dasselbe. Die Speiseröhre erweitert sich in der Rumpfhöhlung zu einem dicken darmartigen Magen, welcher in einer Schneckenlinie zwei Umläufe beschreibend, sich an der Wandung hinaufschlängelt bis zum After, in dessen Nähe er wieder enger wird. Der Magendarm ist auf seinen Umläufen an jedem Interambulakralgürtel angeheftet, während er vor jedem Ambulakralgürtel eine einwärtsgekrümmte Schleife bildet. Auf seinem ganzen Verlaufe ist er mit feinem Adergeflecht bedeckt, und zwar bemerkt man deutlich zwei verschiedene Adersysteme und einen contraktilen Schlauch in der Nähe des Schlundes, das Herz. Ueber die Athmungsorgane der Seeigel ist man noch nicht gewiß. Der ganze Darm schwimmt gleichsam in einer die Körperhöhlung erfüllenden Wassermasse, welche in Folge der fortwährenden Bewegung der Flimmerhärchen, mit denen alle innern Organe dicht besetzt sind, unausgesetzt in Strömungen begriffen ist. Außerdem aber existirt ein besonderes, sehr zusammengesetztes System von Wassergefäßen, welche alle von einem Gefäßringe in der Umgebung des Mundes entspringen und andererseits mit Wasserbläschen in Verbindung stehen, die innerlich unter der Wurzel der Ambulakren liegen. Auf diesen Bläschen verweben sich vorzugsweise die Blutgefäße in äußerster Feinheit. Flimmerhärchen, welche sich darin ganz ähnlich wahrnehmen lassen, wie sie auch die inneren Aderhäute der vollkommensten Thiere und des Menschen auskleiden, treiben das Wasser beständig umher und vermitteln eine Athmung. Da die Bläschen auch jedes mit einer röhrenförmigen Höhlung

eines Ambulakrums in Verbindung stehen, so werden durch die Zusammenziehung derselben die Ambulakren ausgestreckt und durch Ausdehnung der Bläschen wieder hereingezogen. — Den Schlund umgibt ein fünfeckiger sehr geringer Nervenring. Von diesem gehen fünf Hauptnerven, je einer unter der Mittellinie jedes Ambulakralgürtels verlaufend, längs der innern Wandung des Körpers bis in die Augen. Nach beiden Seiten senden dieselben zahllose Zweige ab, welche sich in alle Organe, besonders auch in die Ambulakra, verweben. — Die Seeigel sind getrennten Geschlechtes. An der innern Wand jedes Interambulakralgürtels liegen bei den Weibchen zu beiden Seiten der Anheftungsstellen des Magendarmes die paarigen Eierstöcke, also zehn im Ganzen, von deren jedem Paare die Eiergänge in der Oeffnung einer Ovarialplatte gemeinschaftlich ausmünden. Die zu Zeiten sehr angeschwollenen und gefüllten röthlichen Eierstöcke der gemeinen Seeigel werden häufig gegessen. Die Männchen haben statt der Eierstöcke eine Art Milch, ähnlich wie die Fische, welche sie über die Eier des Weibchens ergießen.

Sehr merkwürdig ist die Entwicklung der Seeigel (Fig. 1009). Die Eier dieser Thiere sind äußerst klein, wie dieses schon aus der Feinheit der Ovarialöffnung geschlossen werden kann. Die Dottermasse erleidet einen Theilungs- (Furchungs-) Prozeß, bis daß sie sich ganz in ein maulbeerartig aussehendes Zellenhäufchen verwandelt hat. Sodann bildet sich ein gewisser Unterschied zwischen den äußern und innern Zellen, indem die erstern größer, dunkler und gedrängter erscheinen. Als solche Zellenhäufchen, äußerlich dicht mit Flimmerhärchen besetzt, entschlüpfen die Embryonen der Eihülle. Die Jungen messen, wenn sie ausgeschlüpft sind, nur etwa $^1/_{50}$ einer Linie. Während sodann die Form mehr halbkugelig wird, entsteht eine Mundöffnung und innerlich ein blinder Sack. Der Embryo nimmt eine pyramidenförmige Gestalt an und bekommt vier herabhangende, mit Wimpern

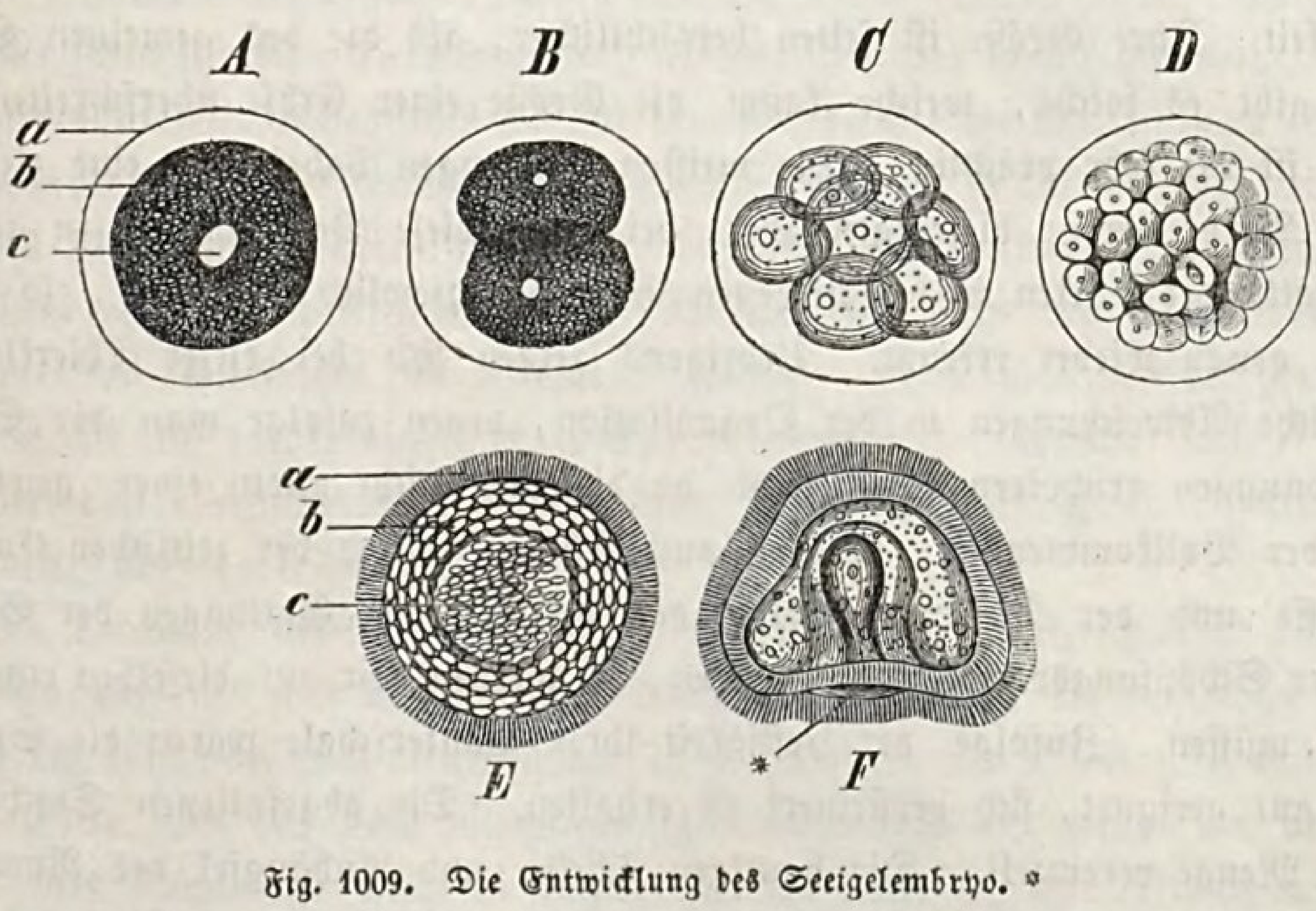


Fig. 1009. Die Entwicklung des Seeigelembryo. *

* A Das reife Ei des Seeigels; (a Dotterhaut; — b Dotter; — c Keimbläschen).
B Theilung des Dotters im Beginnen;
C dieselbe weiter fortgeschritten;
D dieselbe vollendet.
E Der Embryo nach dem Ausschlüpfen (a Flimmerhärchen; — b äußere Zellenschicht; — c innere Zellenschicht);
F derselbe im Begriffe die Larven zu bilden (* Mundöffnung).

besetzte Auswüchse, in der Haut aber ein Stützgerüst von Kalkstäbchen. In diesem Zustande ist der Embryo gleichsam eine Larve, deren Natur sie nicht als ein Thier dieser Klasse erkennen läßt. Innerhalb dieser Larve sproßt später eine Knospe hervor, welche sich zu dem eigentlichen Seeigel ausbildet, der also gleichsam als ein lebendiges Junges des Larventhieres zu betrachten ist. Der in dem knospenden Thiere sich entwickelnde Magen erhält die Nahrung durch den Schlund der Larve. Letztere erleidet, je mehr der eigentliche Seeigel sich ausbildet, eine allmählige Verkümmerung und hangt endlich nur noch mit einem Stiele, wie eine Art von Schwimmapparat an demselben und geht endlich ganz verloren. Um die Anheftungsstelle bildet sich eine Gruppe von Täfelchen. Allmählig zeigen sich reihenweise vom Anheftungspunkte zum Munde verlaufende Schildchen. Die Entwicklung der Stacheln auf den Schildchen beginnt am Munde. Die Schildchen, welche wachsend zusammentreffen, nehmen dadurch eine querlängliche, endlich eine sechsecfige Form an. Der After öffnet sich seitlich neben dem Ansatze des Stieles inmitten der erwähnten Rosette von Schildchen. Derselbe soll schon innerhalb der Larven vorhanden sein, während die Larve für sich eines solchen Ausganges entbehrt. Schließlich befreit sich das Thier, nachdem es schon ziemlich gewachsen ist, von den Resten der Larve; zwei von den Ovarialplatten, welche später etwas größer sind als die übrigen und ein poröses Gefüge besitzen, Madreporenplättchen genannt, zeigen noch im Alter durch ihre besondere Beschaffenheit die Lostrennungsnarbe.

Die ausgebildeten Seeigel schwimmen, den Mund nach unten gekehrt (Fig. 1008 C'), von den Wellen getrieben frei im Meere umher oder kriechen auf dem Grunde, vermittelst der haltenden Ambulakren sich langsam fortschiebend. Die Nahrung besteht bei den mit Zähnen versehenen Arten in Schal- und Krustenthieren, bei den zahnlosen in allerlei kleinen Weichthieren, Würmern und Tangen (Seealgen).

In allen Meeren der Erde finden sich Seeigel in großer Häufigkeit und Mannigfaltigkeit. Ihre Größe ist selten beträchtlicher, als die des gemeinen Seeigels; dagegen gibt es solche, welche kaum die Größe einer Erbse überschreiten. Ihre Färbung ist oft sehr prächtig. Die meisten Gattungen haben nur eine ziemlich beschränkte Verbreitung; diejenigen aber, bei denen diese Beschränkung in geringerem Grade stattfindet, arten in verschiedenen Gegenden ziemlich stark aus, so daß man sie kaum genau wieder erkennt. Uebrigens zeigen sich bei dieser Thierklasse nicht unerhebliche Abweichungen in der Organisation, denen zufolge man die Seeigel in vier Ordnungen gruppiren kann, und da dieselben nicht allein einer gewissen Abstufung der Vollkommenheit, sondern auch sehr wesentlich der zeitlichen Entwicklung der Klasse und der Aufeinanderfolge der verschiedenen Gattungen der Seeigel im Laufe der Schöpfungsperioden entsprechen, so werden wir auf dieselben etwas näher eingehen müssen. Zufolge der Festigkeit ihrer Panzerschale waren die Seeigel besonders gut geeignet, sich versteinert zu erhalten. Die abgefallenen Stacheln findet man in Menge vereinzelt. Die hautigen Theile und Anhängsel des Rumpfes sind stets spurlos verschwunden; feine Poren bezeichnen die Stelle der Ambulakren. Die Eingeweidehöhle ist mit Steinmasse ausgefüllt, die Umgebung des Mundes und Afters ist bei vielen verloren gegangen, so daß die Schale zwei große Löcher zeigt. Oft findet man nur die Steinkerne, auf denen dann die Fugen der Täfelchen als dünne Leisten und die Poren der Ambulakren als feine hervorragende Körnchen ab-

geformt sind. Man kennt gegenwärtig etwa 150 lebende, aber wohl tausend ausgestorbene Arten von Seeigeln.

Die Ordnung, zu welcher unser gemeiner Seeigel (Fig. 1007) gehört, ist die der Cidarideen (Cidaridea). Bei diesen ist die Regelmäßigkeit der ganzen innern und äußern Körperbildung besonders ausgezeichnet. Schon in den Bergkalkschichten der Steinkohlenformation, sowie in den Muschelkalklagern der Trias zeigen sich einzelne Spuren, zumal dicke, kolben- oder eichelförmige Stacheln mit gekörnelter Oberfläche, von Gattungen der Familie der Cidaren (Cidarea), welche an einer dicken Schale, sehr schmalen stachel- und warzenlosen Ambulakralgürteln und zwei Reihen großer Gelenkwarzen für die Befestigung ungeheurer, plumper Stachelkeulen auf den Interambulakralgürteln erkannt werden. Diese Familie (Fig. 1010 und 1011) dauert bis in die jetzige Periode fort. Sehr nahe verwandt ist die kleine Familie der Salenien (Salenia). Die Familie der Echinen (Echinea) hat



Fig. 1010. Cidaris coronata aus der Oolithformation.

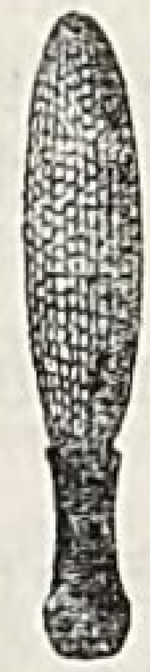


Fig 1011. Stachel von Cidaris coronata.

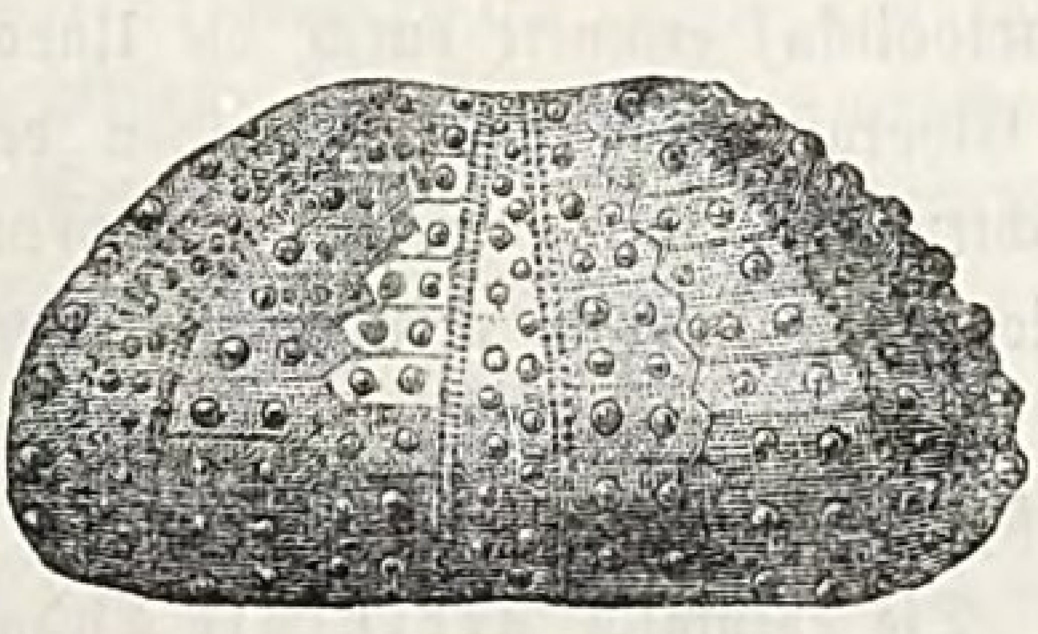


Fig 1012.
Diadema seriale aus der Oolithformation.

dünne Schalen, in der Mitte der Ambulakralgürtel, welche etwa halb so breit sind als die Interambulakralgürtel, ebenso wie auf diesen letztern viele, fast gleichgroße Gelenkwärzchen für die pfriemförmigen, feingereiften oder schuppigkörneligen Stacheln. Schon im Muschelkalke beginnen sie mit dem Geschlechte der Diademen (Fig. 1012) und schon im Lias treten Arten des Geschlechtes Echinus (Echinus) auf, von welchem noch jetzt über vierzig Arten die Meere beleben. Die Familie der Echinometren (Echinometrea) ist den Echinen sehr ähnlich, nur liegt der Mund nicht ganz in der Mitte der Unterfläche des Körpers, sondern etwas dem Rande genähert und der After ist in entgegengesetzter Richtung verschoben. Solche schiefe Cidarideen haben vor den Tertiärperioden nicht existirt, sind auch in diesen noch selten gewesen, gegenwärtig aber zahlreich.

Die Ordnung der Clypeastreen (Clypeastrea) unterscheidet sich von den Cidarideen auf eine sehr merkwürdige Weise dadurch, daß bei denselben die Afteröffnung sich nicht dem Munde gegenüber in der Rosette der Ovarialplättchen, sondern an der Seite, bei den flach pilzhutförmigen Gattungen oft gerade am Rande, befindet. Der Körper ist hier nie kuglig und im Umfange nie kreisförmig, sondern abgerundet fünfeckig und mit ungleich langen Seiten. Die Unterseite ist eingedrückt, so daß der Mund im Grunde einer flachen Einsenkung steht. Die Ambulakralgürtel berühren gar nicht den Mund sondern bilden nur die Gestalt einer fünfblättrigen Blume um den Mittelpunkt der Rückenseite. Die Unregelmäßigkeit ist bei dieser Ordnung sehr groß und äußert sich auch in der Häufigkeit

von zufälligen Mißbildungen. Bisweilen fehlt einer der fünf Ambulakralgürtel, oder es ist einer verdoppelt, so daß man sechs zählt. Der Rand der Thiere ist mitunter ausgeschnitten oder ganz verflächt und von unten nach oben mit einem Loche oder mehren solchen durchwachsen. Die Clypeastreen kommen in den Tertiärformationen zuerst und nur einzeln vor, sind dagegen in der jetzigen Schöpfung vorherrschend unter allen Seeigeln.

Die Ordnung der Cassiduleen (Cassidulea) hat im Allgemeinen und im Besondern viele Uebereinstimmungen mit den Cidarideen und Clypeastreen, allein hier fehlen die Kiefer und Zähne und der Mund ist nur ein fünfeckiges, mit fünf lederhautigen Lippen umgebenes Loch. Der After steht immer außerhalb der Rosette auf einem Interambulakralgürtel. Die Familie der Echinoneiden (Echinoneidea), welche den Cidarideen ziemlich ähnelt, zeichnet sich aus durch einzeln stehende Ambulakren und versteinert daher durch zwei Reifen einzelnstehender Poren auf jedem Ambulakralgürtel. Die Familie der Nukleoliden (Nucleolida) erinnert durch die Unvollständigkeit der Ambulakralgürtel zunächst an die Clypeastreen. Beide Familien der Cassiduleen beginnen in den unteren Juraschichten der Oolithformation; während aber die Echinoneiden schon in der Tertiärperiode nur noch in geringer Zahl vorkommen, und jetzt sehr selten sind, erreichen die Nukleoliden in jener Periode eine vorzügliche Blüthe und sind auch jetzt noch häufiger.

Die ebenfalls gebißlose Ordnung der Spatangeen (Spatangea) unterscheidet sich von allen andern Seeigeln durch den auffallenden Umstand, daß die zehn Ocellar- und Ovarialplatten, abwechselnd an einander gereiht, nicht kreisförmig sondern in einer Doppelreihe stehen und daß die Ambulakralgürtel, welche sich übrigens bald bis zum Munde erstrecken, bald nur auf die Rückenseite beschränken, nicht gegen einen gemeinsamen Mittelpunkt gerichtet sind, sondern drei derselben sich an das eine, zwei dagegen sich an das andre Ende jener Doppelreihe anschließen. Der Mund steht auf der Unterseite dem Rande nahe und ist eine breite zweilippige Oeffnung, der After steht gegenüber unter, auf oder über dem Rande. Die Körperform ist bald von eirundem, bald von herzförmigem Umfange. Die ersten Spuren dieser Ordnung finden sich schon in den jüngern Ablagerungen der Oolithformation; in der Kreide dagegen erscheinen sie sehr zahlreich und ausgezeichnet (Fig. 1013 — 1016) und sie haben bis in die jetzige Periode noch fortwährend zugenommen, leben jedoch gegenwärtig vorzugsweise in den wärmern Meeresgegenden.

Die Vorläufer der Seeigel in der Schöpfung waren die Cystideen (Cystidea), eine sehr eigenthümliche Thierordnung, welche man im Allgemeinen mit dem jugend-

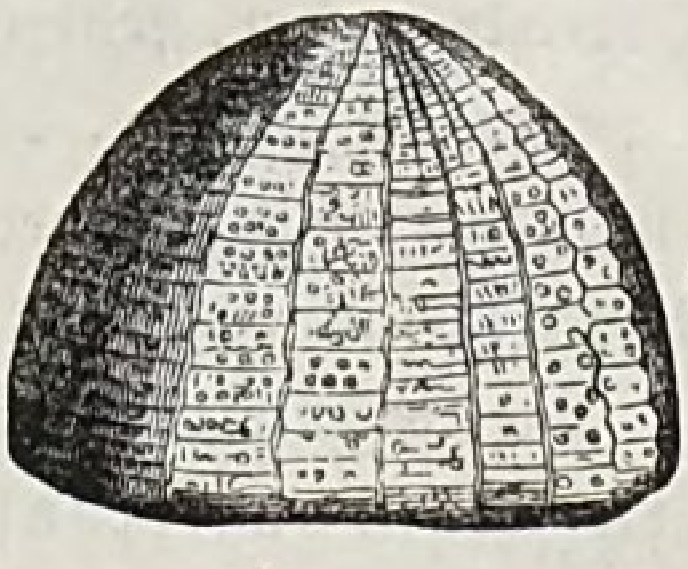
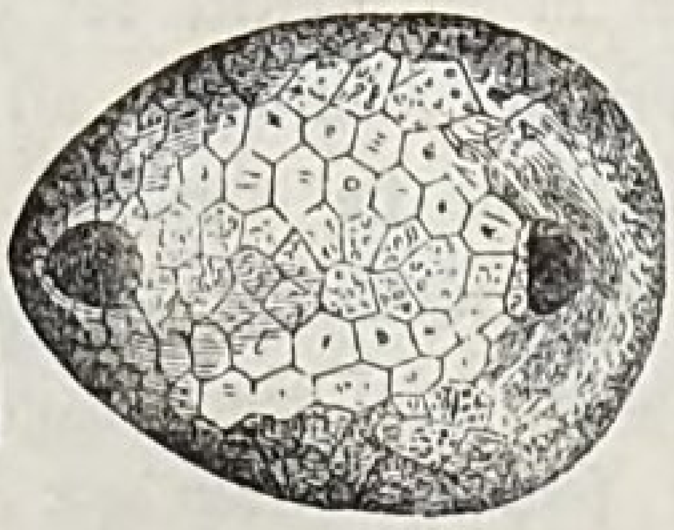



Fig. 1013 Ananchytes ovatus aus der weißen Kreide

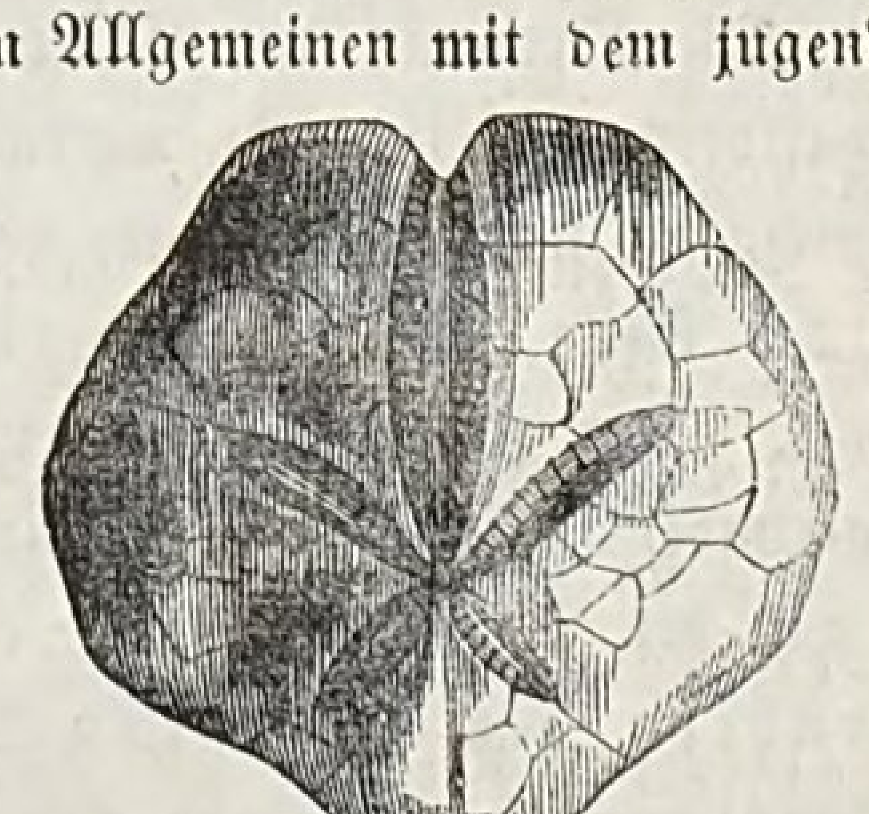


Fig 1014. Spatangus ambulacrum. (Kreideformation.)

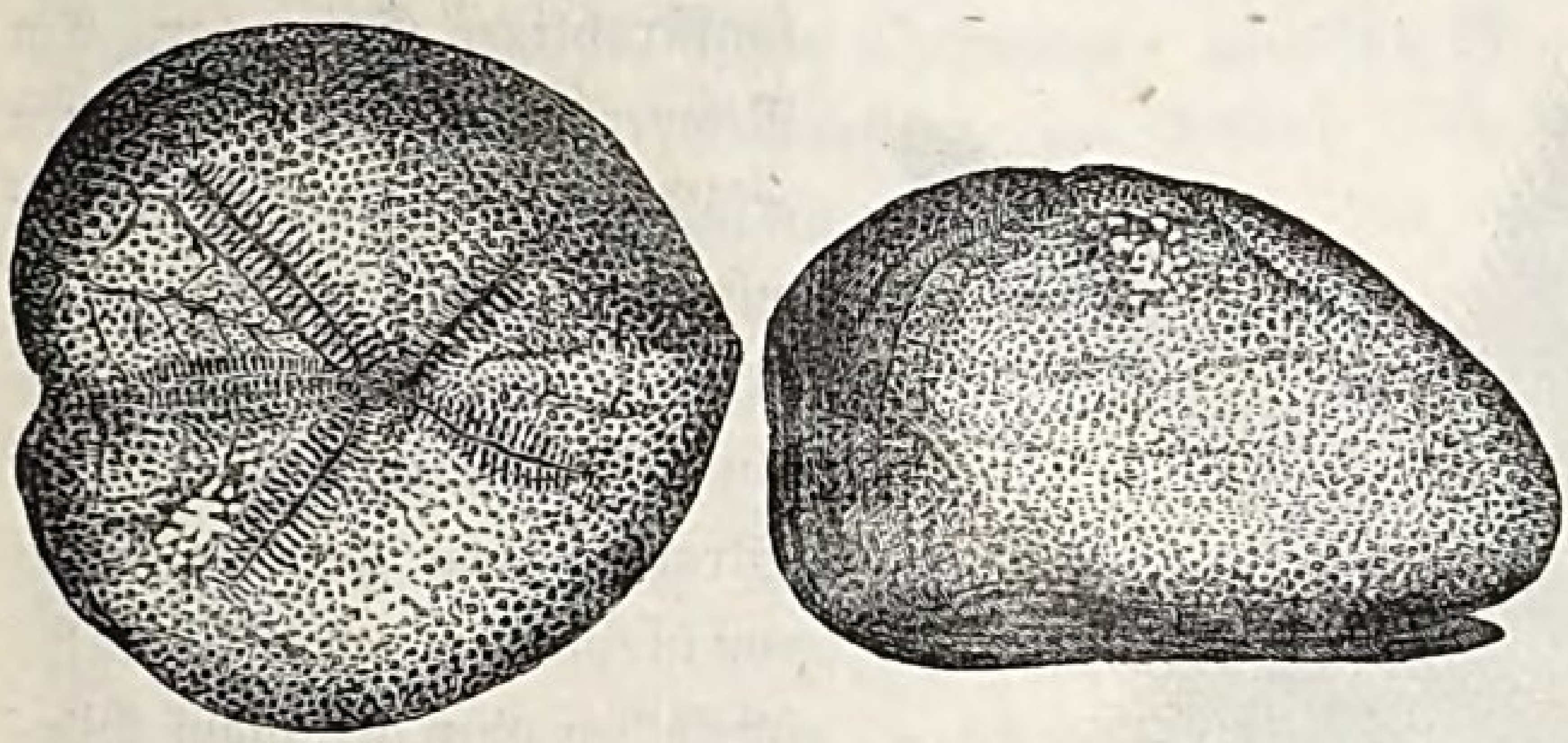


Fig. 1015. Spatangus cor anguinum.

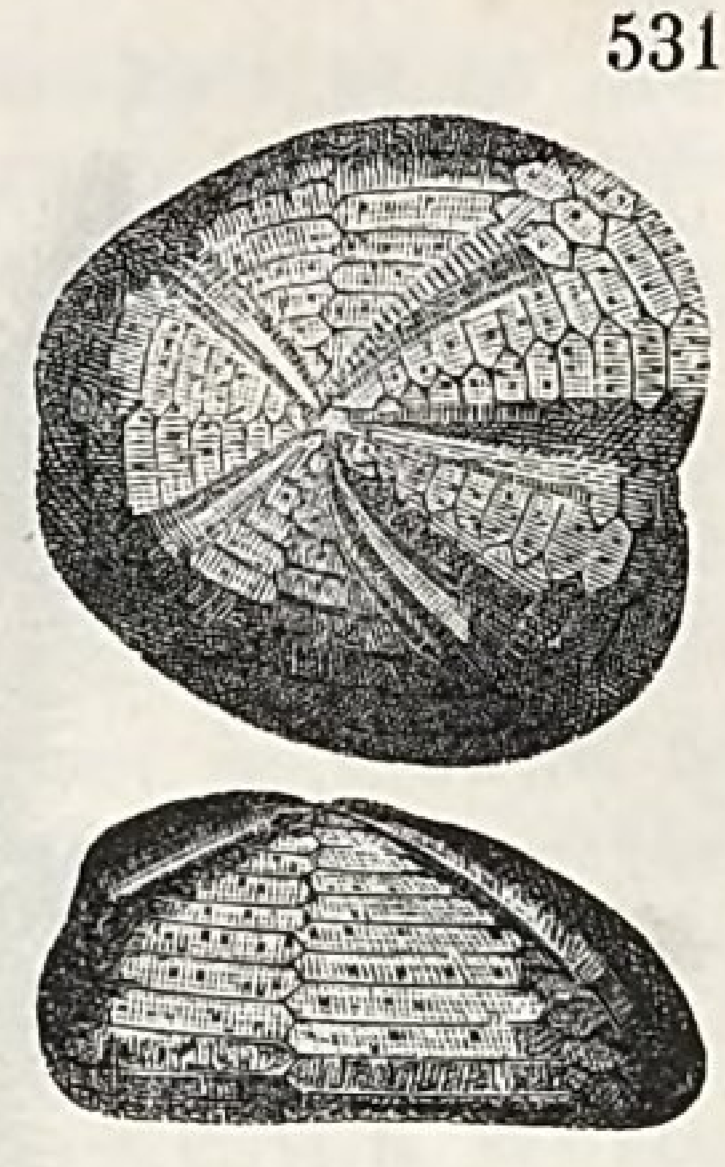


Fig. 1016. Spatangus retusus.

Aus der Kreideformation.

lichen Entwicklungszustande der Seeigel vergleichen kann. Sie waren ihr ganzes Leben hindurch vermittelst eines Stieles am Boden angeheftet, ihr kugel- oder kolbenförmiger Körper war mit einem vollständigen Gerüste von Kalktäfelchen versehen, aber stachellos, hatte nach oben gerichtet einen Mund, welcher genau mittelständig war und meistens einen kurzen mit kleinen Plättchen bedeckten Schlauch bildete, und bei manchen Gattungen neben dem Munde eine besondere Afteröffnung. Eine fünf- oder sechsseitige flach pyramidenförmige Erhöhung, welche aus eben so vielen Ovarialtäfelchen bestanden zu haben scheint, befand sich seitlich am Körper. Die Cystideen zu welchen die Geschlechter der Sphäroniten (Fig. 1017), der Caryocystiten (Caryocystites) u. s. w. gehören, sind nur versteinert in den ältesten primären Gebirgsschichten zu finden.

Sobald die ersten seesternartigen Geschöpfe erschienen sind, erlosch diese merkwürdige Thierordnung, welche mit den Unvollkommenheiten der am Niedrigsten organisirten Seesterne und der unentwickelten Jugendzustände der Seeigel einzelne Eigenthümlichkeiten verbanden, durch welche sich die viel vollkommenern ausgebildeten Seeigel vor allen andern Strahlthieren auszeichnen. Man würde die Cystideen in jeder Beziehung eben so wohl als Vorläufer der Seesterne betrachten dürfen, wie sie die Vorläufer der Seeigel sind. Sie waren gemischte Naturen, zu beiden genannten Thierklassen in gleich nahen gemeinsamen Verhältnissen stehend.

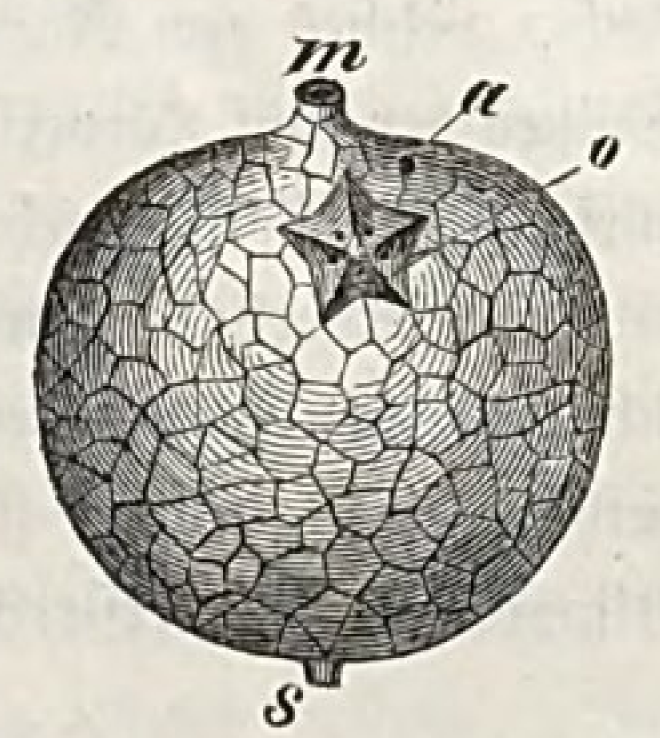


Fig. 1017 Sphæronites aurantium aus den silurischen Schichten der Uebergangsformation. *

* *m* Mund; *a* After; *o* Ovarialöffnungen auf einem Fünfeck besonderer Täfelchen; *s* Ueberbleibsel des Stieles.

III. Klasse. Die Seesterne.

Die Seesterne tragen augenfälliger, als alle andern Strahlthiere die regelmäßige, sternförmig um den Mund geordnete Vertheilung der Organe zur Schau. Ein Beispiel ihrer Organisation gibt der gemeine Seestern (Fig. 1018) der europäischen Küsten.

*



Fig. 1018. Der gemeine Seestern (**Asterias rubens**). ⅓ d. nat. Gr.

Der ganze Körper dieses Thieres stellt einen platten fünfstrahligen Stern dar. Ein Netzwerk von Knochenstäbchen erfüllt die eine Fläche, welche mit kleinen Stachelchen besetzt ist. In der Mittellinie und längs der Seitenkanten jedes Strahles liegt je eine Reihe von in einander gelenkten Kalkscheibchen oder gleichsam Wirbeln. Neben dem Mittelpunkte des Sternes steht auf der beschriebenen Fläche des Körpers, welche man die Rückenfläche zu nennen pflegt, eine einzelne, scheibenförmige Madreporenplatte, in welcher wir sogleich dieselbe Bedeutung vermuthen, in welcher wir die Madreporenplatte der Seeigel kennen lernten; es ist die Narbe einer jugendlichen Anheftung in der Larve. Auf der andern Fläche des Seesternes, welche Bauchfläche genannt wird, öffnet sich im Mittelpunkt ein fünfeckiges Loch, welches der Mund des Thieres ist. Von diesem Munde verlaufen bis zu den Spitzen der fünf Körperstrahlen breite und vertiefte Ambulakralfurchen, den Ambulakralgürteln der Seeigel sehr ähnlich und mit Ambulakren dicht besetzt. Der Mund führt in eine Körperhöhle, welche ganz der äußern Form des Körpers entspricht, indem sie sich bis in die Spitzen der fünf Strahlen desselben hineinzieht. Diese Höhlung enthält einen großen fünfeckigen Magensack, von welchem aus in jeden Strahl zwei Blinddärme sich erstrecken (Fig. 1019), die wie Bäumchen verästelt und von einem

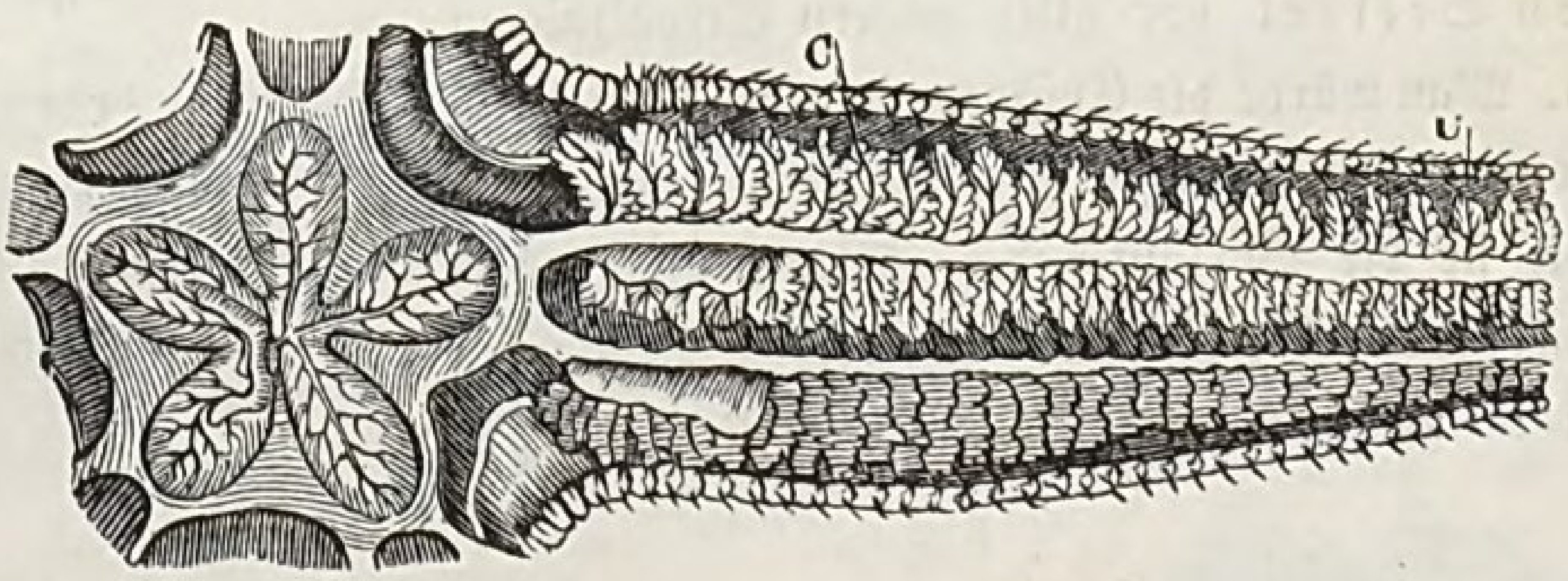


Fig. 1019. Der Magen und die Blindsäcke in einem geöffneten Körperstrahle des Seesternes. *
* C C Blinddarmverästelungen.

Gekröse und von Lebermasse umgeben sind. Der Mund dient oft zugleich als Afteröffnung; indessen findet sich letztere mitunter als besondere Oeffnung auf der Rückenfläche. Ein Nervenring umgibt den Eingang des Magens und sendet einen Hauptnervenzweig unter jeder Ambulakralfurche bis in die Spitze der Strahlen, deren jeder an diesem Endpunkte ein kleines einfaches Auge trägt. Diese Augen enthalten nur eine Flüssigkeit, keine Linse, und können jedenfalls nur äußerst un=

vollkommene Sehwerkeuge sein. Anderweitige Sinnesorgane finden sich gar nicht. In jedem Strahle befinden sich bei den Weibchen zwei Eierstöcke längs der Seitenkanten liegend. Die Eiergänge derselben öffnen sich ganz nahe neben dem Munde, welcher somit von zehn seinen Oeffnungen umgeben ist.

Die Entwicklung der Seesterne hat ziemlich viele Aehnlichkeit mit dem Gange, welchen wir bei den Seeigeln kennen lernten. Die innerhalb der Larven sich ausbildenden Seesterne sind anfangs scheibenförmig, werden sodann fünfeckig, endlich sternförmig. Nach der Lostrennung von der Larve schwimmen sie im Meere, den Mund nach unten gekehrt, frei umher, oder kriechen mit Hülfe der Wandelfüßchen auf dem Grunde. Die Madreporenplatte ist das Mal der frühern Anheftung und ein von derselben in den Magen führender schwammig poröser Kanal das Ueberbleibsel des Kanales, durch welchen die Nahrung aus der Larve in das junge Thier überging.

Aehnlich organisirt sind alle Seesterne von der Ordnung der Asteriden (Asteridea), nur daß die Gestalt des Körpers mannigfaltig abwechselt. Es gibt solche, welche ganz aufgeblasen und dabei sehr kurzstrahlig, ja mitunter ganz einfach fünfeckig sind. Durch Mißbildung erscheinen die Thiere zuweilen vier oder sechsstrahlig. Uebrigens sind eigentlich nie die fünf Körperstrahlen vollkommen gleich, sondern meistens ist einer derselben länger und das von diesem entfernteste Paar am Kürzesten. — Schon in den Kupferschieferschichten finden sich Abdrücke von verschiedenen Asteriden sowie sie einzeln in allen jüngern Formationen vorkommen, während man gegenwärtig in den Meeren lebende Gattungen in ziemlicher Zahl findet.

Bei der Ordnung der Schlangensterne oder Ophiuriden (Ophiuridea), welche die Geschlechter der Comatulen (Fig. 1020), Ophiuren (Ophiura) und Euryalen (Euryale) umfaßt, ist der Körper eine platte Scheibe, mit lederartiger oder kalkiger Hülle, welche mitunter auf der Mundseite vertieft ist. Am Rande dieser Scheibe entspringen fünf schlangenartige, mit Kalkblättchen belegte und höchst bewegliche Anhängsel, Arme genannt, in welche sich nur bei den Comatulen die Bauchhöhle noch ein wenig hinein erstreckt. Bei diesem Geschlechte sind die Arme auf der Bauchseite mit Ambulakralfurchen versehen, während solche bei den Ophiuren und Euryalen sich nur, in Form eines Sternes um den Mund gestellt, an der Bauchfläche des Körperrumpfes selber befinden. Die Arme der Ophiuren sind ein=

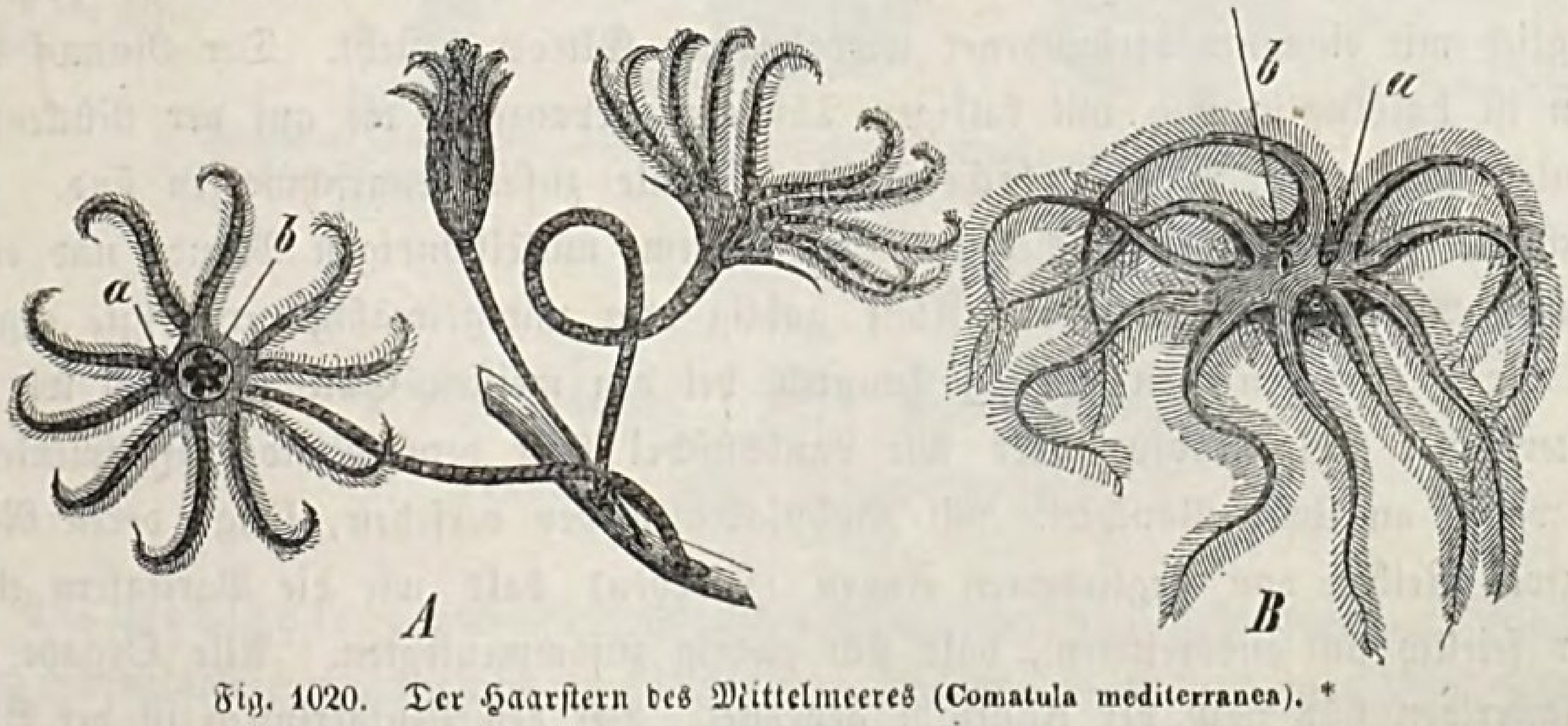


Fig. 1020. Der Haarstern des Mittelmeeres (Comatula mediterranea). *

* A Junge Haarsterne („Pentacrinus europæus") in verschiedener Haltung an einer Seepflanze angeheftet (a After; b Mund).
B ein ausgebildeter und von seinem Stiele befreiter Haarstern.

fach und dienen den Thieren zum Kriechen, wie die Fühlhörner der Kraken. Dagegen bei den Comatulen theilt sich jeder Arm in zwei bis drei Strahlen, deren jeder mit zwei Reihen gegliederter Fäden (Cirrhen) besetzt ist, und dieser Organe bedienen sich die Thiere nur als Fangarmen, während sie mit einigen rankenartigen Fäden ihrer Rückenseite an festen Körpern im Meere angeheftet sitzen. Die Arme der Euyalen theilen sich gablig, aber nicht bloß einfach, sondern mehrfach und bei manchen Gattungen sehr vielfach, so daß die Thiere einem Haufen in einander verwirrter Schlangen ähneln, weßhalb man sie auch wohl Gorgonenhäupter genannt hat. Die Comatulen haben eine besondere Afteröffnung neben dem Munde. Augen scheinen allen Ophiuriden ganz zu fehlen. Die Ovarialöffnungen befinden sich am Grunde der Arme. Die Entwicklung der Comatulen hat man vollständig zu beobachten Gelegenheit gehabt. Das Thier gleicht in einer gewissen Periode seiner Jugend einer Cystidee, indem es kolbenförmig gestaltet, anfangs unmittelbar mit dem einen Ende des Körpers angewachsen, nach Verlängerung dieses Theiles aber gestielt erscheint. Es bekommt dann fünf Arme und Ranken am Ansatzpunkte des Stieles, und wurde in diesem Zustand früher für einen Pentakriniten (Pentacrinus europæus) gehalten (Fig. 1020 a). Allein endlich löst es sich von dem Stiele ab und verändert beliebig seinen Ort. — Bei den eigentlichen Ophiuren findet sich bisweilen eine geringe Spur einer Madreporenplatte, welche auf einen mehr mit der Entwicklung der Asterideen übereinstimmenden Embryonalzustand hindeutet; dieselbe steht jedoch hier mitunter auf der Bauchseite, neben dem Munde. — Von Thieren aus der Ordnung der Ophiuriden bemerkt man keine frühere Spuren, als die wenigen, welche im Muschelkalke der Triasformation vorkommen. Sie sind in allen spätern Formationen auch sehr selten und erst in der jetzigen Periode der Schöpfung scheinen sie mannigfaltiger zu werden.

Eine sehr wichtige Ordnung ist die der Stielsterne oder Stylasteriden (Stylasteridea), auch Haarsterne oder Crinoideen (Crinoidea) genannt. Von solchen lebt in den jetzigen Meeren nur noch eine einzige Thiergattung, der westindische Medusenpentakrinit (Pentacrinus caput Medusæ), während die primären, besonders aber die sekundären Gebirgsformationen von den Ueberresten einer unendlichen Menge derartiger Thiere erfüllt sind. Diese Seesterne bleiben während ihres ganzen Lebens auf einem langen Stiele befestigt, welcher aus einer langen Reihe innerlich bis auf einen Mittelkanal ganz verkalkter, durch eine weichere Knorpelmasse beweglich mit einander verbundener wirbelartiger Glieder besteht. Der Rumpf derselben ist halbkuglig und mit kalkigen Täfelchen gepanzert, die auf der Rückenseite mitunter fast ganz in eine becherförmige Schale zusammengeschmolzen sind. Die Bauchseite ist stets beweglicher und mit einem mittelständigen Munde und einer seitlichen Afteröffnung versehen. Fünf gablig oder unregelmäßig verzweigte gegliederte Arme umgeben den Mund, konnten bei den meisten Gattungen sich wie die Blätter einer Tulpenknospe oder wie Laubbüschel über dem Munde zusammenlegen und waren an ihrer Bauchseite mit Ambulakralfurchen versehen, längs deren Ränder zwei Reihen von gegliederten Fäden (Cirrhen) bald wie die Bartfasern einer Feder seitlich sich ausbreiteten, bald sich paarig zusammenlegten. Alle Organe der Stylasteriden sind nach der Fünfzahl geordnet. Bei den Pentakriniten ist der Stiel auch fünfeckig und dabei mit gegliederten Ranken, fünf an fast jedem Gliede, ver=

sehen. Durch die kalkige Beschaffenheit waren alle äußern Theile der Stylasteriden ausgezeichnet geeignet, sich in den Schichten des Bodens als Versteinerungen zu erhalten. Meistens sind freilich die einzelnen Gliederstücke aus einander gefallen; doch findet man bisweilen auch mehre Schuhe große Exemplare von Pentakriniten, in ganzer Form Büschen ähnlich, sowie fußlange Enkriniten, von tulpenartigem Wuchse, und andere solche Thiere auf Steinplatten sehr vollständig erhalten. In den primären Formationen finden sich die Cyathokriniten (Fig. 1021) und mehre andere Geschlechter, unter denen sich die Cupressokriniten (Cupressocrinites) durch ganz kurze, breite, einfach ungetheilte Arme auszeichneten. Den Muschelkalk bezeichnen die Enkriniten (Fig. 1022 und 1023), aus deren Gliedern oder Stielstücken, Entrochiten und Trochiten oder Räbersteinchen genannt, welche kleinen Mühlsteinchen ähnlich sind, in manchen Gegenden die mächtigsten Gesteinsschichten fast ganz allein bestehen. Die Pentakriniten (Fig 1024), Apiokriniten (Fig. 1025) und Eugeniakriniten (Eugeniacrinites) sind in der Oolithformation außerordentlich häufig. In der Kreideformation nimmt die Menge und Manigfaltigkeit der Stylasteriden bedeutend ab, doch erscheinen hier die Glenotremiten (Glenotremites) und Marsupiten (Marsupites), welche sich von ihren Stielen ablösen und dann wie Ophiuriden frei umherschwimmen konnten. Sehr spärlich nur sind die Spuren von Stylasteriden in den Tertiärformationen und außer jenem kleinen Thierchen des Westindischen Meeres hat die gegenwärtige Schöpfungsperiode kein Geschöpf erzeugt, welches zu dieser Ordnung gestellt werden könnte. —

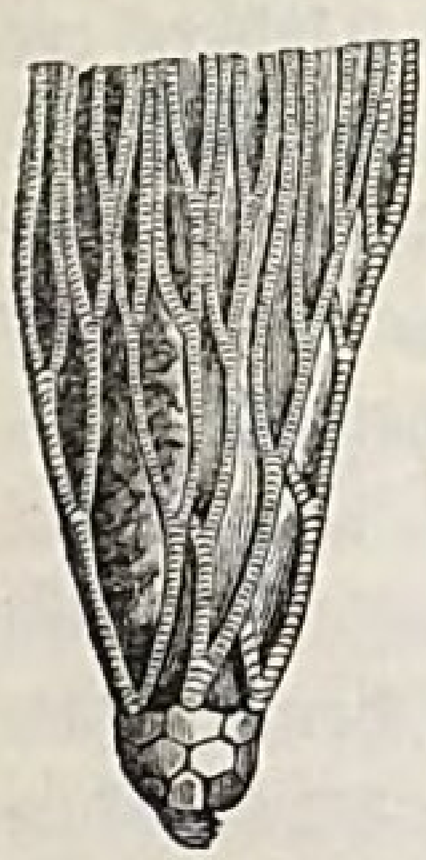


Fig. 1021. Cyathocrinites planus aus der Steinkohlenformation.

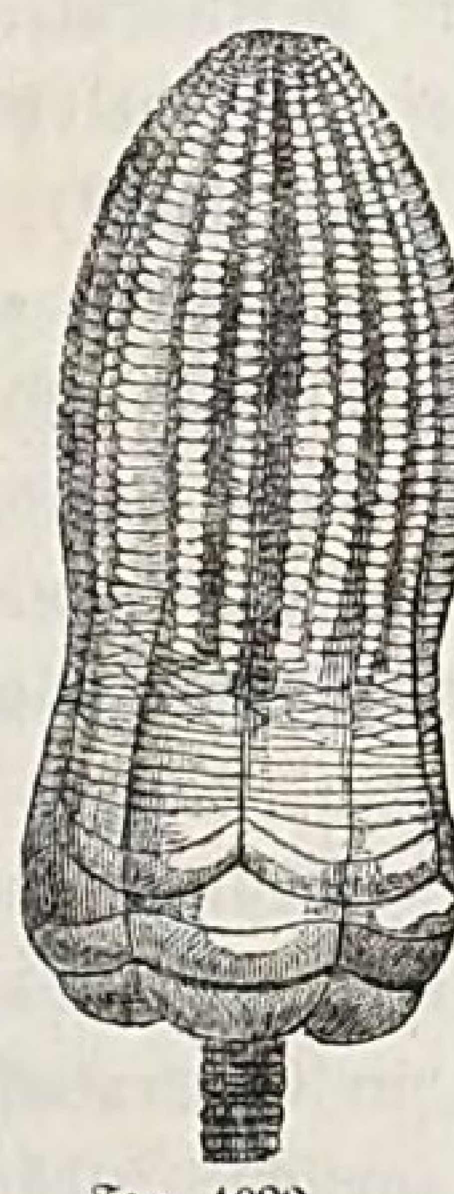


Fig. 1022. Encrinites liliiformis aus dem Muschelkalke.

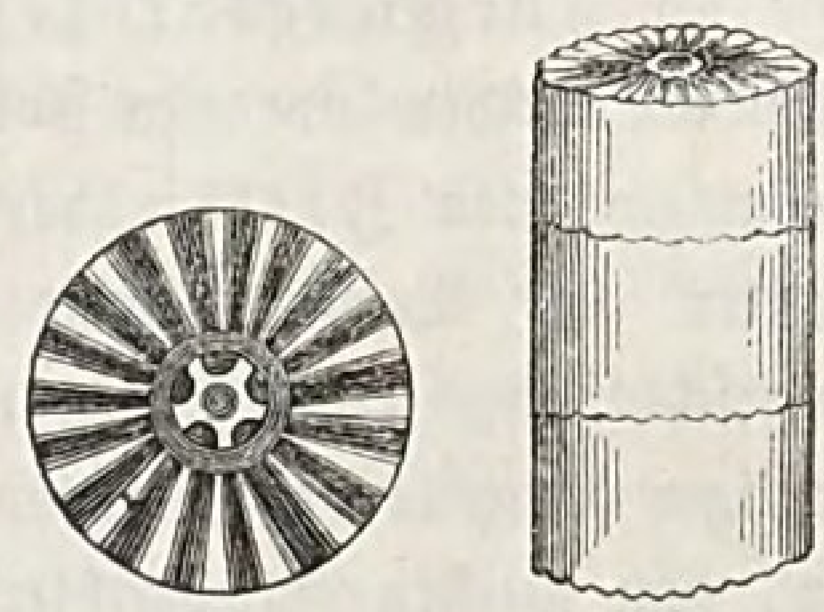


Fig. 1023 Trochiten (Stielstücke von Encrinites liliiformis).

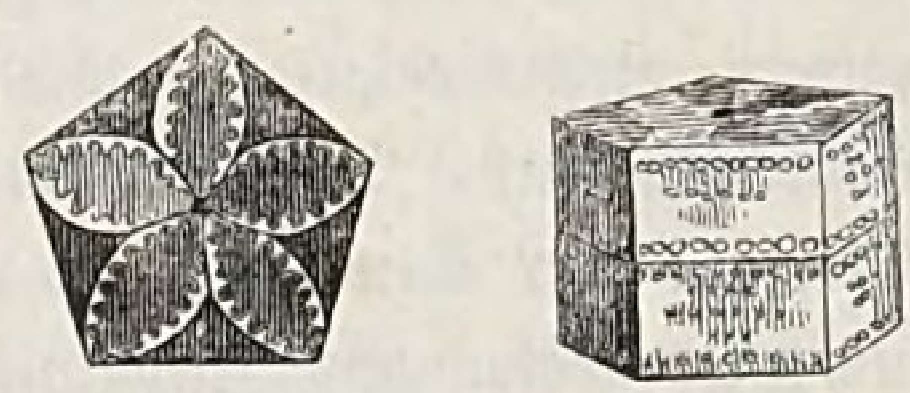


Fig. 1024 Stielstücke von Pentacrinites basaltiformis aus dem Lias.



Fig. 1025. Apiocrinitis rotundus aus den Juraschichten *

* d Befestigungsstellen der Arme.

IV. Klasse. Die Hohlthiere.

(Quallen und Armpolypen.)

Die Hohlthiere sind meistens Meeresbewohner von gallertartiger, mitunter etwas knorpelartiger Körpersubstanz, theils von der Form eines Pilzhutes (Fig. 1026), theils scheiben=, blasen=, röhren= oder klumpenförmig gestaltet. Ihre Leibesmasse sieht aus wie erstarrter Kleister, ist aber mitunter sehr schön roth oder blau gefärbt.



Fig. 1026. Die blaue Meerlunge (Rhizostoma Cuvieri). 1/10 d. nat. Gr.

Dieselbe zerfließt nach dem Tode des Thieres vollständig; eine Qualle von 20 bis 30 Pfunden Gewichtes enthält außer einigen Granen Kalkes keine der schnellsten Auflösung widerstrebende Stoffe. Greift man diese Geschöpfe fest mit den Händen an, so zerdrückt man sie meistens mit Leichtigkeit. Man bemerkt gar kein festeres Zusammenhalten einzelner besonderer Partien; es ist eine allgemeine Gleichartigkeit der ganzen Substanz, in Folge deren der Organismus kaum anderweitige Unterscheidungen zuläßt, als diejenigen, welche durch die äußere Form angedeutet werden. Man findet keine Muskeln, kein bestimmtes Hautgewebe — nur eine etwas dichtere und zähere Schicht derselben Substanz, welche die innere Körpermasse bildet, überkleidet die letztere äußerlich. Das ganze ist eine zarte Vereinigung undeutlicher mikroskopischer Zellen, d. h. bläschenförmiger Körperchen mit flüssigem Inhalte.

Es läßt sich bei der Entwicklung der Embryone aller vollkommneren Thiere eine Stufe nachweisen, auf welcher auch jene einzig und allein aus gleichartigen Zellen bestehen. Bei den Seesternen und Seeigeln, sowie bei den meisten Weichthieren und selbst bei den Würmern, bei allen jenen niedern Thierklassen, deren Eier in ihrem Dotter kein besonderes Keimbläschen erkennen lassen, erleidet die ganze Dottermasse den Furchungsprozeß, jene merkwürdige Sonderung durch stets sich vervielfachende Scheidewände, in Folge deren sie endlich ein Häufchen von bläschenförmigen Räumen, von Zellen darstellt (Fig. 1009), die anfangs ganz gleichartig (D), später eine Verschiedenheit nach ihrer mehr oberflächlichen oder mehr im Innern eingeschlossenen Lage zeigen (E) und so die erste Spur einer Ausbildung verschiedenartiger Organe des Embryo andeuten. Bei den höheren Thierklassen, den Kraken, den meisten Gliederthieren, den Wirbelthieren, deren Dotter ein besonderes Keimbläschen zeigt, ist es dieses Bläschen, aus dessen Theilung das erste Zellenhäufchen des Embryo sich bildet, während die Dottersubstanz als eine Nahrung in die Zellen eingesogen und hier zur Bildung neuer Scheidewände und neuer Zellen verbraucht wird. Der Inhalt der Zellen ist der Hauptsache nach, wie der Dotter, Albumin oder Eiweiß, jene aus vier Elementarstoffen (dem Carboneum, Hydrogenium, Oxygenium und Nitrogenium) gemischte Substanz, welche in einer andern, von qualitativem sowohl, als von quantitativem Verhältnisse der chemischen Mischung unabhängigen, Modifikation als Fibrin oder Faserstoff erscheint. Vielleicht ist es die letztere Modifikation, aus welcher die Zellenwandungen bestehen. Jede Zelle zeigt meistens eine dichtere Partie ihres Inhaltes, den sogenannten Kern, oder ein kleines Bläschen, innerhalb dessen noch kleinere Kernchen unter den stärksten Vergrößerungen bemerkbar werden. Das ganze Dotterchen derjenigen Thierklassen, bei welchen kein besonderes Keimbläschen sich vorfindet, ist als eine einfache Zelle zu betrachten. Ebenso ist das Keimbläschen im Dotter der übrigen Thierklassen eine einfache Zelle. Am Eierstocke ist sogar anfangs nur dieses Keimbläschen vorhanden (Seite 158), welches also einen Vergleich mit den Eiern der niedrigsten Thierklassen erlaubt und als das ursprüngliche, primitive Ei (Fig. 1027) zu

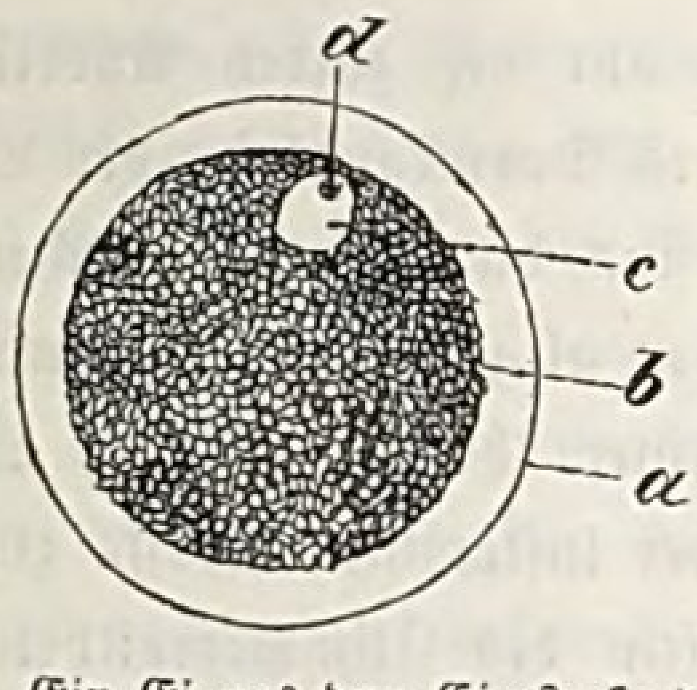


Fig. 1027. Ein Ei aus dem Eierstocke des Kaninchens (Lepus cuniculus); 40fach vergrößert. *

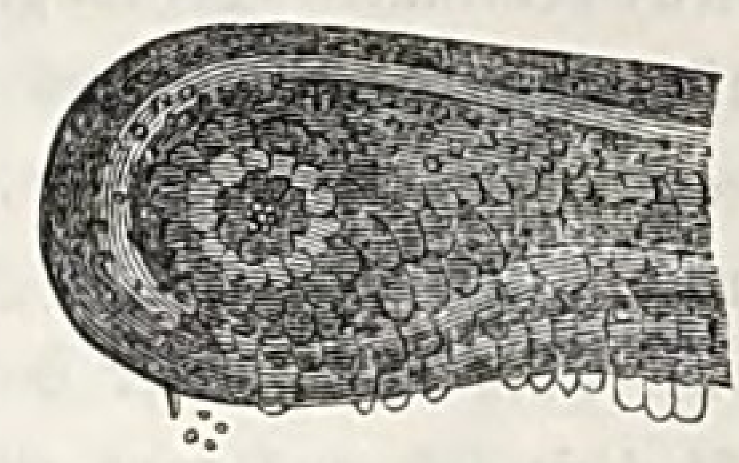


Fig. 1028. Der Kopf eines Lachses (Salmo salar in der Embryonalperiode; 40fach vergrößert. **)

* a Chorion (Dotterhaut); b Dottermasse; c Keimbläschen; d Keimfleck.

** Man sieht die kleinern Zellen der Rückenseite, die größern der Bauchseite und die Zellengruppe des Auges.

betrachten ist. Auch bei diesen Eiern zeigt sich auf der ersten Stufe der Entwicklung eine verschiedenartige Ausbildung der Zellen; diejenige Seite der äußern Schicht, welche dem Dotter zunächst aufliegt, ist das mukö se oder vegetative Hautblatt; die andre, der Eihaut zugewandte Seite ist das seröse, nervöse oder animale Hautblatt. Zwischen beiden im Innern des Keimes entsteht das Gefäßblatt (S. 345). Bei den niedern Thierklassen ist eine Unterscheidung der äußern Zellenschicht in eine vegetative und eine animale Seite nicht möglich, da dieselbe nach allen Seiten gleichmäßig mit der Eihaut in Berührung steht. Schon hiedurch ist die größere Gleichartigkeit der Organisation bei diesen letztern Thierklassen angedeutet, gegenüber der Vielseitigkeit der höhern Klassen. Besteht auch der Embryo eines Fisches ebenso wohl ganz aus Zellen (Fig. 1028), wie die Hohlthiere, während ihres ganzen Lebens, so ist bei ersterem doch schon eine Verschiedenheit in der Form, in der Größe und in der Gruppirung dieser Zellen bemerkbar, welche die Grundlage ist, auf welcher bei weiterer Entwicklung die große Mannigfaltigkeit in der Struktur und in den Verrichtungsfähigkeiten der einzelnen Organe des Thieres sich ausbilden. Zellen sind es, aus denen alle Organe sich gleichsam aufbauen. Gleichmäßig zusammengehäufte Zellen bilden das einfachste Zellgewebe. Nach einer Fläche mehr oder weniger innig zusammengestellt und dadurch in sehr verschiedenen Formen gezwängt, bilden sie Häute. Reihenweise zusammengefügt stellen sie die Fasern dar, aus welchen alle Muskeln bestehen. Das Knorpelgewebe und Knochengewebe ist nur Zellgewebe, in und besonders zwischen dessen Zellen sich mehr oder weniger Kalksalze angehäuft haben. Das Nervengewebe selbst, wenn gleich seiner Natur nach am wenigsten genau gekannt, besteht theils aus den zartesten Fasern (Nerven, weiße Gehirnsubstanz), theils aus einer an äußerst feinen Körperchen reichen Masse, in welcher sich hie und da Gruppen von größern Körperchen deutlich als Zellen erkennen lassen. Bei den höhern Thierklassen zeigen sich alle die genannten Gewebe mit ihren ausgezeichnetsten Eigenthümlichkeiten und zugleich eine jede Art von Geweben in größter Mannigfaltigkeit, und damit übereinstimmend ist jeder aus einer besondern Modifikation der Gewebe bestehende Theil des Thierleibes mit eigenthümlichen Fähigkeiten begabt. Bei den niedern Thieren dagegen sehen wir mehr und mehr besondere, zu einer einzelnen Verrichtung ausschließlich und in ausgezeichnetstem Grade befähigte Organe verschwinden, während mehr und mehr ganze Partieen des Thierleibes gleichmäßig, freilich in um so unvollkommnerem Maße, zu jenen Verrichtungen befähigt sind. So, um nur eines einzigen der vielen gelegentlich angeführten Beispiele zu gedenken, fanden wir bei den Muschelthieren die ganze äußere und innere Haut mit Flimmerhärchen

besetzt, während bei den vollkommneren Thierklassen nur die zarten Auskleidungen (Epithelien) der innern Höhlungen, die Wandungen des Darmkanales, der Luftwege, der Drüsenschläuche mit solchen versehen sind. Es sind die Flimmerhärchen nichts anderes als besonders gestaltete, langgestreckte aus der allgemeinen Zellenmasse des Epitheliums hervorragende Zellen, welche in einem höhern Grade, als andre Zellen, der Einwirkungen der umgebenden flüssigen oder luftartigen Stoffe zugänglich sind. Es läßt sich aus dem allgemeinen Vorhandensein des Flimmerepitheliums bei den Muschelthieren schließen, daß kein Theil ihrer Haut von denjenigen Verrichtungen völlig befreit ist, welche bei vollkommneren Thieren allein auf den der Außenwelt nicht zugewandten innern Körpertheilen vor sich gehen, und daß demnach die äußern Häute nur unvollkommen andern besondern Zwecken werden dienen können. Wir werden bei den Hohlthieren eine solche Verallgemeinerung der Funktionen über alle Theile des Organismus in viel höherem Grade kennen lernen. Muskelfasern, deren Entstehung durch Zusammenreihung von Blutkügelchen — richtiger Blutbläschen, welche selber nichts anders als Zellen sind — man beobachtet hat, fehlen den Hohlthieren, wie es scheint völlig. Dagegen ist der ganzen Körpermasse eine allgemeine Zusammenziehbarkeit und Dehnbarkeit in verschiedenen Richtungen eigen, bei welcher die Contractilität, eine alle thierischen Zellen auszeichnende Fähigkeit, immerhin ohne daß ein eigentliches Fasergewebe sich ausgebildet hätte, nach gewissen reihenweise inniger zusammenhangenden Zellengruppen vorzugsweise zu wirken scheint. Die Verrichtungen der Verdauung, der Athmung und die Vermittlung der Sinneswahrnehmungen finden wir bei manchen Hohlthieren als ganz allgemeine und unvollkommen oder gar nicht gesonderte Fähigkeiten aller die innern oder äußern Wandungen des Körpers bildenden Zellen in solchem Grade, daß man die Thiere geradezu umstülpen und die innere Leibeshaut dadurch in die äußere, die äußere in die innere verwandeln darf, ohne daß irgend eine Störung der obigen Verrichtungen daraus zu erwachsen scheint.

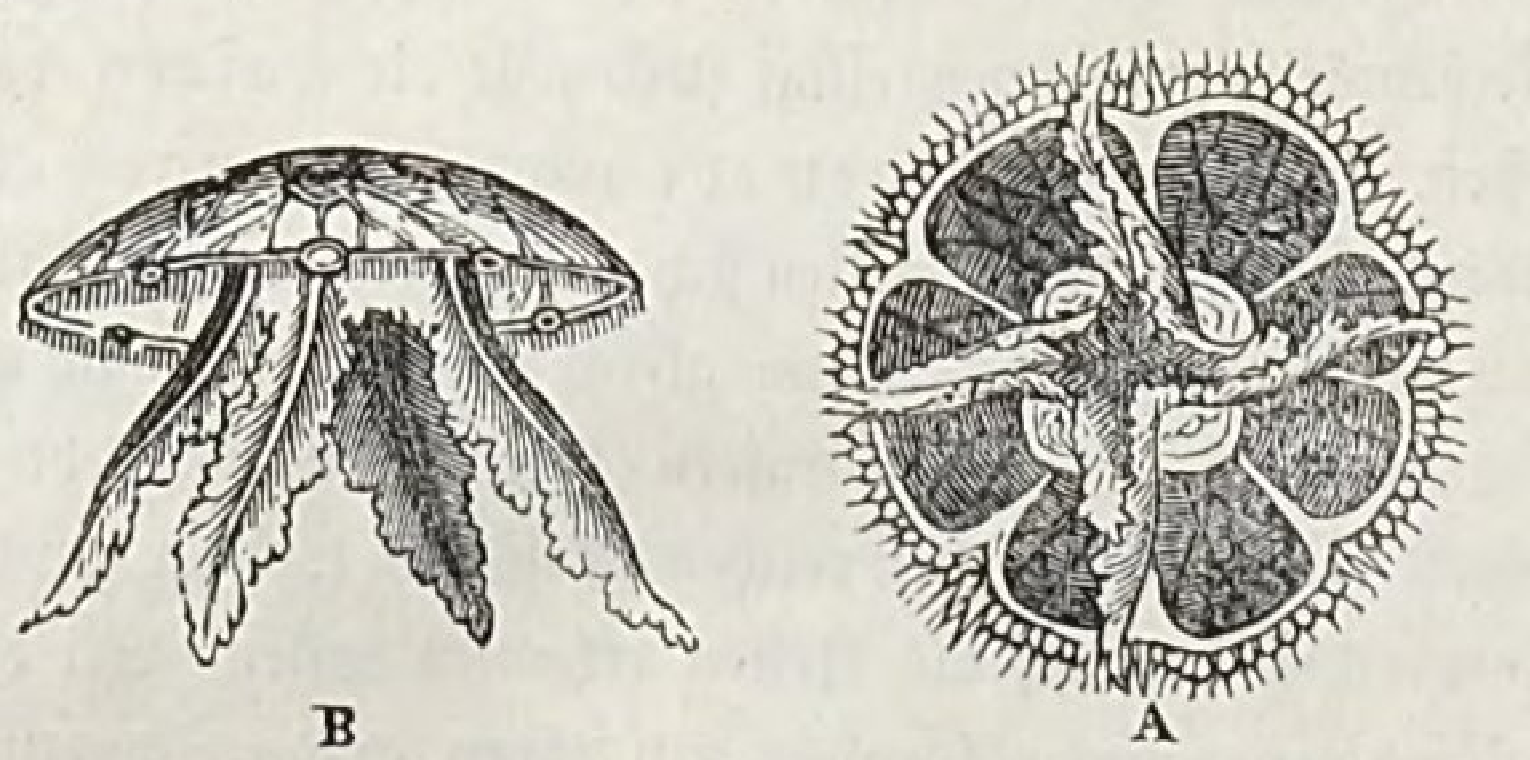


Fig. 1029. Die gemeine Ohrenqualle (Modusa aurita).* 1/6 d. nat. Gr.

* A untere Fläche; man sieht die inneren Höhlungen. B Seitenansicht; die Fangarme hangen herab, die Fühlfäden sind eingezogen.

Bei den gemeinen Quallen (Fig. 1029), deren Form ganz pilzhutähnlich ist, befindet sich in der Mitte der flachen, nach unten gekehrten Seite ein Loch, welches den offenen Eingang zu einer ziemlich großen rundlichen innern Höhlung bildet. Jenes Loch ist der Mund, die Höhlung der Magen. Um den Mund stehen vier, bei andern Arten acht, lange, lappenartige, krause Anhängsel, Fangarme genannt, durch welche diesen vollkommensten Hohlthieren einige Aehnlichkeit mit den Larven der Seeigel und Seesterne ertheilt wird. Am Rande des Körpers befinden sich sehr viele lang ausstreckbare und völlig einziehbare Fühlfäden. Der Magen, welcher stets mit Wasser gefüllt ist und oft lebende Thiere, z. B. kleine Flohkrebse, beherbergt, hat vier acht oder mehr Blindsäcke, welche wie Taschen in

die Körpermasse seitlich eindringen; über jedem der vier Fangarme befindet sich einer dieser Säcke, aus denen sehr zahlreiche Kanäle das Wasser bis in den Rand des Körpers leiten, um so die Ernährung zu vermitteln. Außer den Blindsäcken des Magens liegen in der Körpermasse zwischen den vier Fangarmen noch ebenso viele besondre große Höhlungen, welche mit Wasser gefüllt sind und worin sich bei den Weibchen die Eierstöcke, bei den Männchen die Drüsen zur Erzeugung der Befruchtungsfeuchtigkeit befinden. Die Weibchen erkennt man äußerlich an stärkeren Fangarmen. Die Eierstöcke sind kleine bläschenförmige Schläuche, welche zwischen gekrausten Fransen der Leibessubstanz liegen; ganz ebenso gebildet sind übrigens die erwähnten Drüsen der Männchen. Nur der Inhalt dieser Organe unterscheidet beide Geschlechter. Die Eier (A) sind unregelmäßig kügelchenförmige, violett gefärbte, einfache Dotterzellen und sitzen anfangs, nach dem Austritte aus den Eierschläuchen, in Täschchen zwischen den Blättersäumen der Fangarme. Dort entwickelt sich durch den Furchungsprozeß (B — D) des Dotters ein Embryo (Fig. 1030 E), ganz in ähnlicher Weise, wie bei den Seeigeln. Flimmerhärchen machen es diesem Embryo möglich, im Wasser umherzuschwärmen. Allein nach wenigen Tagen eftet er mit einem Punkte seines Körpers sich an irgend einem Gegenstande fest. Das freie Ende des Embryo wird nun dicker (F) — die äußere Körperfläche ist offenbar mit der Fähigkeit der Einsaugung von Nahrungsstoffen aus dem Wasser begabt. Erst jetzt beginnt eine Einsackung am dickeren Ende sich zu bilden, deren weitere Vertiefung eine innere Magenhöhlung darstellt; der Eingang erscheint nun als Mund. In der Umgebung des letztern erheben sich vier Wärzchen, welche zu fühlhörnerartigen Fangarmen werden (G) und in welche die Magenhöhle mit einfachen Blindsäcken sich hinaufzieht. Bald wachsen die Fangarme bis über die Körperlänge des

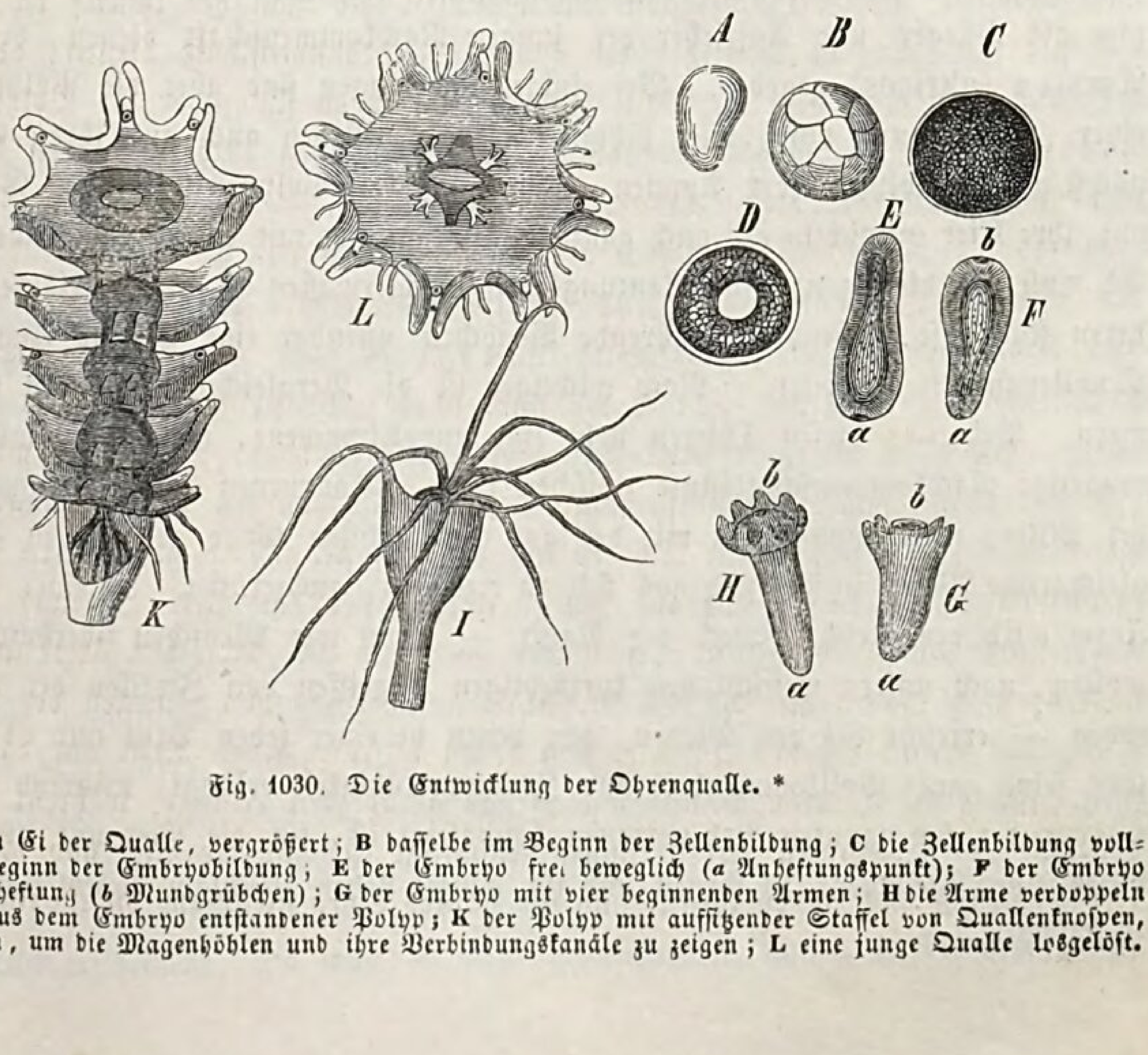


Fig. 1030. Die Entwicklung der Ohrenqualle. *

* A Ein Ei der Qualle, vergrößert; B dasselbe im Beginn der Zellenbildung; C die Zellenbildung vollendet; D Beginn der Embryobildung; E der Embryo frei beweglich (*a* Anheftungspunkt); F der Embryo nach der Anheftung (*b* Mundgrübchen); G der Embryo mit vier beginnenden Armen; H die Arme verdoppeln sich; I ein aus dem Embryo entstandener Polyp; K der Polyp mit aufsitzender Staffel von Quallenknospen, angeschnitten, um die Magenhöhlen und ihre Verbindungskanäle zu zeigen; L eine junge Qualle losgelöst.

jungen Thieres und verdoppeln sich sogar in ihrer Zahl (I). Auch der Rumpf des Thieres nimmt dabei an Größe zu und der Mund erweitert sich trichterförmig. Das ganze Geschöpf ist nun dem äußern Ansehen nach einem Blumenthiere in hohem Grade ähnlich und es wird in diesem Zustande, wegen einer geringen Aehnlichkeit mit dem Armkraken, dem Polypus d. h. Vielfuß der alten Griechen, Polyp genannt. Ein solcher Polyp bekommt an seinem Mundsaume einen knospenartigen Auswuchs, welcher selber, wie es scheint, ein aus irgend einer Zelle der Körpermasse gebildeter Embryo ist; denn in Kurzem erhält derselbe an Gestalt und Bau vollkommene Uebereinstimmung mit dem Polypen selber. Die Bildung einer neuen Knospe erfolgt sodann am Grunde der ersten und hebt, sich ebenso ausbildend, diese empor. Ganz auf gleiche Weise wiederholt sich die Knospung mehrfach, so daß eine ganze Reihe von Polypen auf einander gestaffelt erscheint (K); die älteste Knospe befindet sich auf dem Gipfel der Staffel. Die Verdauungshöhlungen aller dieser Polypen hangen durch mehrfache Känäle zusammen. Bald aber schnüren sich die dünneren Anheftungsstellen, mit denen diese Wesen auf einander gewachsen waren, mehr und mehr ein. Endlich trennen dieselben sich ganz und jedes einzelne Stück wird nun ein frei herumschwimmendes pilzhutförmiges Thier (L), dessen Rand in acht zweitheilige Strahlen ausläuft und welches in der Mitte einen viereckigen, röhrenförmig niederhangenden Mund hat. Allmählig werden die Strahlen kürzer, Fühlfäden wachsen hervor und nun ist das Thier eine echte und ausgebildete Qualle geworden, derjenigen gleichend, von welcher das Ei herrührte.

Die Quallen bieten uns hienach ein Beispiel abwechselnder Fortpflanzung. Während die ausgebildeten Quallen sich nur durch Eier vermehren, aus denen zunächst Polypen entstehen, so entstehen sie selber aus Polypen durch Knospenzeugung. Die Polypen, welche aus den Eiern der Quallen entstehen, sind selber nur Vermittler zweier Quallenabstammungsstufen und man hat ihnen, da sie gleichsam als Pfleger und Aufzieher der jungen Nachkommenschaft dienen, den Namen Ammen (altrices) gegeben. Bei einigen Gattungen sind aber die Polypen selber einer Fortpflanzung durch Eier fähig. Jedoch entstehen auch aus ihren Eiern zunächst wieder Polypen oder Ammen. Immer sind die Polypen weiblichen Geschlechtes und ihre Eier entwickeln sich auch ganz ohne Begattung mit einem männlichen Thiere. Es muß uns diese ganze Fortpflanzungsweise einigermaßen an die Blattläuse erinnern, deren flügellose, lebendig gebährende Weibchen offenbar eine gewisse Analogie mit Quallenammen darbieten. Noch wichtiger ist die Vergleichung mit den Egelwürmern. Bei allen diesen Thieren steht eine unvollkommene, mehr oder minder larvenartige Nachkommenschaftsstufe zwischen zwei vollkommenen Abstammungsfolgen in der Mitte, einzig und allein mit der auf den höchsten Grad gesteigerten Fähigkeit, gleichartige Wesen in sich und aus sich zu erzeugen, ausgerüstet. In einer veredelten Form wird der gleiche Zweck der Natur — wenn wir Menschen überhaupt wagen wollen, nach unsern menschlichen kurzsichtigen Begriffen von Zwecken der Natur zu reden — erreicht bei den Bienen, von denen in einer jeden Brut nur ein Weibchen seine ganze Vollkommenheit und Zeugungsfähigkeit erlangt, während die ganze Schaar der sogenannten Arbeiterinnen beschäftigt ist, für die Eier und die Jungen dieses einen Weibchens zu sorgen und ihr ganzes Leben gleichsam diesem einen Zwecke zu widmen.

Gewisse Quallenammen, die sogenannten Röhrenpolypen (Tubularia) erzeugen die Quallenknospen nicht an ihrem Munde, sondern seitwärts unterhalb der Fangarme, welche letztere bei ihnen eine zerstreutere Stellung haben (Fig. 1031).

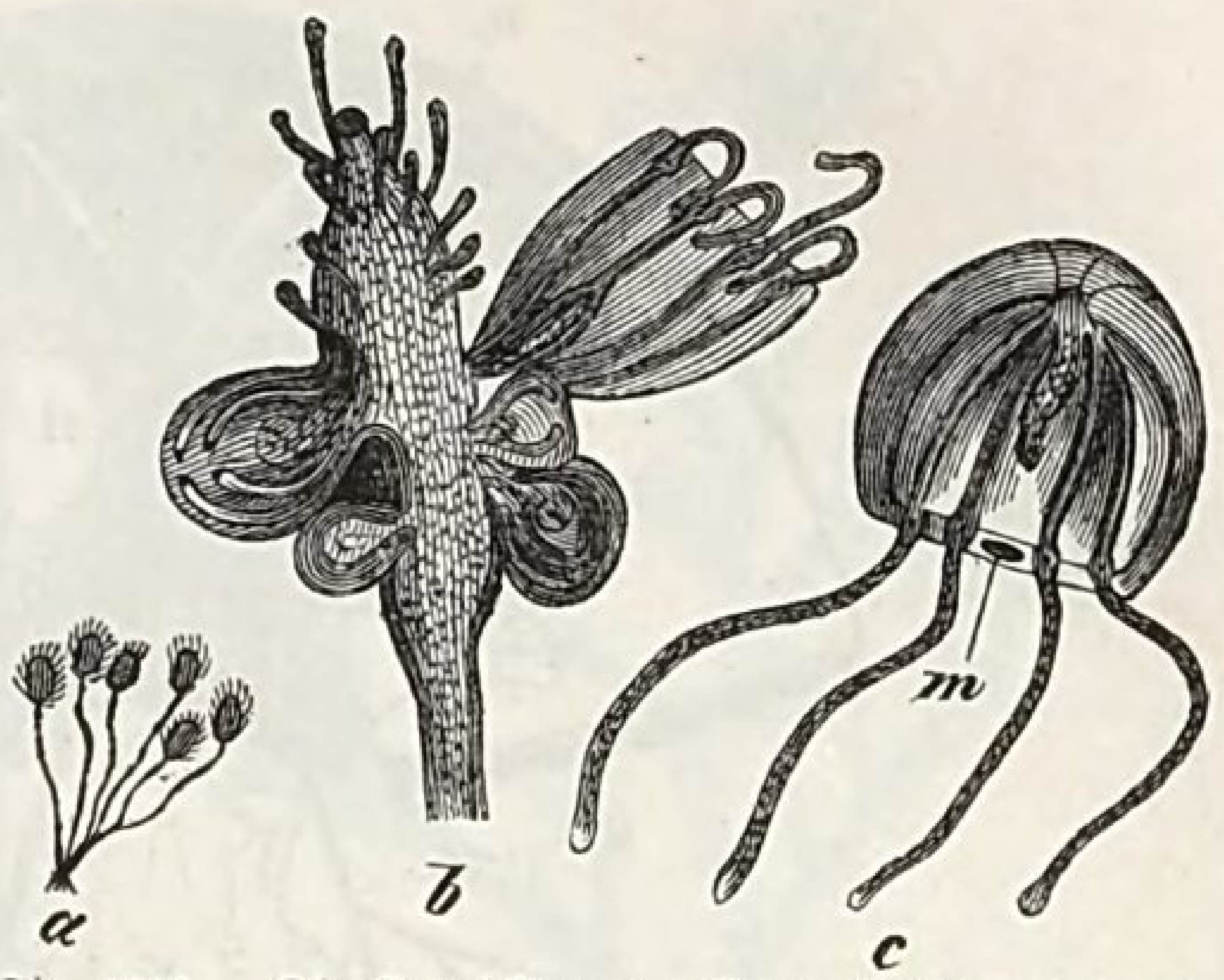


Fig. 1031. Die Entwicklung der Seequalle (Oceania hemisphaerica). *

* a Ammen, sogenannte Röhrenpolypen, früher als Geschlecht Syncorine zu den Blumenthieren gerechnet; in natürlicher Größe; b ein Röhrenpolyp, vergrößert, mit Quallenknospen in verschiedener Ausbildung; c eine einzelne losgelöste Qualle in 8facher Größe; m Mund.

So einfach und gleichartig die Organisation der Quallen im Allgemeinen ist, so will man doch bei den vollkommensten derselben Spuren von Nervenfäden und Sinnesorganen beobachtet haben. Gewisse kleine Bläschen, deren am Körperrande eine regelmäßige Anzahl wahrgenommen wird, lassen durch die darin enthaltenen Flüssigkeiten und steinigen Körperchen eine Deutung zu, nach welcher sie Gehörwerkzeuge wären. Andererseits könnte man dieselben, des sie umhüllenden lebhaften Farbstoffes wegen, auch für Augen ansprechen. Vielleicht liegt die Wahrheit in der Mitte. Die Sinneswahrnehmungen, welche bei den vollkommeneren Thieren durch völlig eigenthümlich zu einem besonderen Dienste geeignete Werkzeuge vermittelt werden, sind im Allgemeinen bei den niedern Thieren nicht so vollkommen gesondert. Es scheinen alle verschiedenen Sinne sich in eine gemeinsame unbestimmte Empfindung zu verlieren. Für die wichtigsten Sinne zur Erkennung der umgebenden Außenwelt, für Gesicht und Gehör sehen wir die Natur bei den Embryonen der höheren Thiere (Seite 344) zuerst Sorge tragen. Für dieselben Sinne scheint auch bei den vollkommneren Quallen noch gesorgt zu sein, aber in einer ungesonderten und somit gewiß sehr mangelhaften Weise. — Dem Tastsinne dienen bei vielen Quallen wahrscheinlich die oben erwähnten Randfäden. Den Wurzelquallen (Fig. 1026), deren Fangarme am Grunde verwachsen sind, fehlen solche Fühlfäden gänzlich. Denselben fehlt auch der Mund, dessen Stelle von vielen an den Fangarmen stehenden Saugröhren (Fig. 1032 und 1034 a b) vertreten wird. Die Röhrenquallen oder Siphonophoren (Fig. 1033) haben nicht allein keinen Mund, sondern es fehlt ihnen auch der Magen, so daß viele kurze Saugröhren, welche Wasser und die darin etwa enthaltene Nahrung einsaugen, zugleich dessen Verrichtungen mit versehen müssen. Uebrigens sind diese letztern Thiere so wenig genau gekannt, daß es sehr zweifelhaft ist, ob dieselben überall hieher gehören mögen. — Die Rüsselquallen (Fig. 1034 c), ausgezeichnet durch eine rüsselförmige Vereinigung der Fangarme, deren Ende als Mundsaum erscheint, sehen wie langgestielte Pilzhüte aus. — Es finden sich unter den Quallen Thiere von sehr bedeutender Größe, selbst bis 6 Schuh im Umfange, andere dagegen von solcher Kleinheit, daß man sie kaum mit unbewaffnetem Auge zu entdecken vermag. Sie sind großentheils wunderbar schöne Geschöpfe, welche gespenstisch in den Fluthen des Meeres dahintreiben (1035) und besonders bei schönem Wetter zahlreich an der Oberfläche erscheinen. Da man sie nicht aufbewahren kann, so bekommt man sie

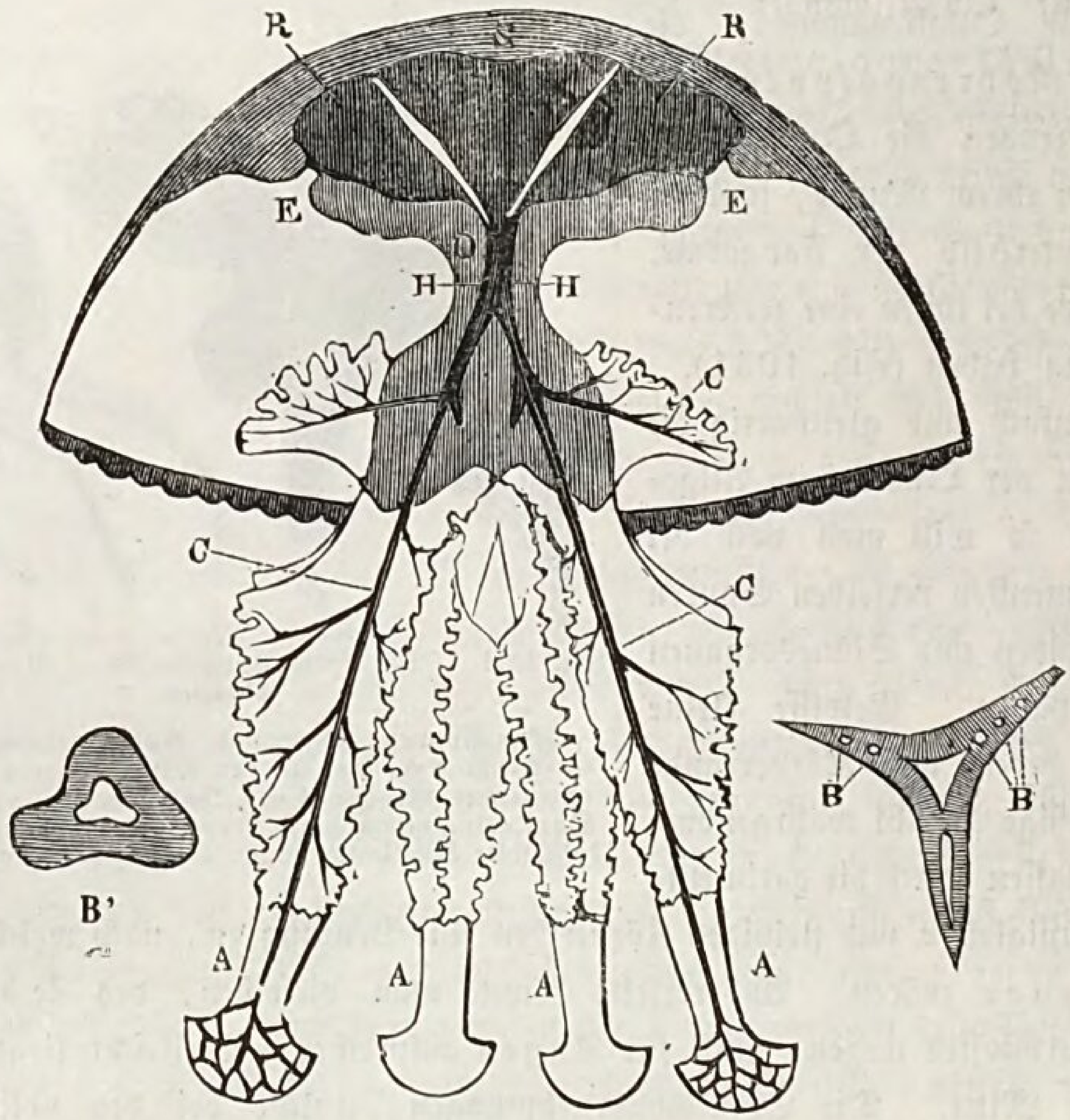


Fig. 1032. Senkrechter Durchschnitt einer Wurzelqualle der blauen Meerlunge (Rhizostoma Cuvieri). *

* AA Fangarme; BB größere und kleinere Röhren auf einem Querdurchschnitte am Ende eines Fangarmes; B' ein anderer ähnlicher Durchschnitt mit einer Centralröhre; CC Saugröhren in den Fangarmen; H Vereinigung der Saugröhren; O eine Art Speiseröhre, S Körperwandung; RR Magenhöhlungen; EE Nebenhöhlungen.

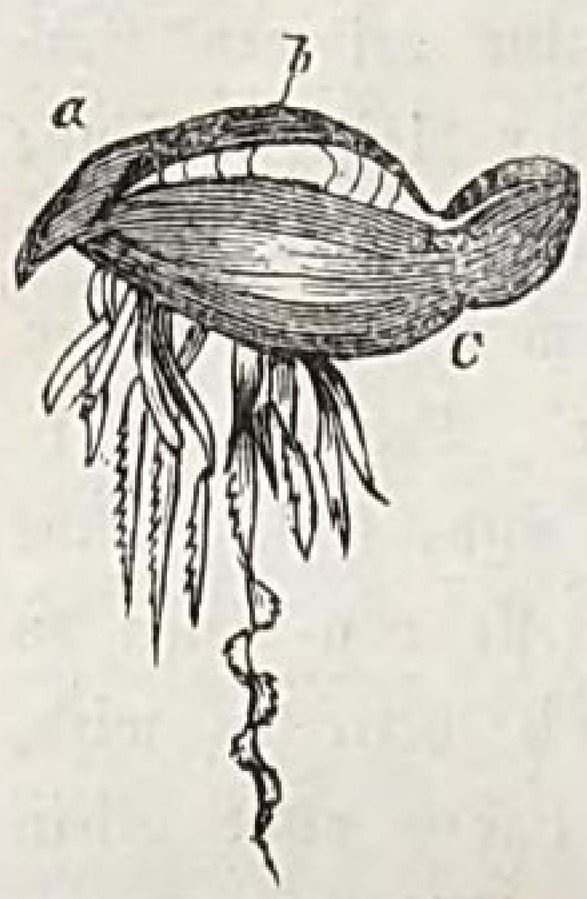


Fig. 1033. Die Seeblase oder das portugisische Kriegsschiff (Physalia arethusa) *

* a Vorderes ruderartiges Ende des Thieres; b aufrechter segelartiger Kammlappen; c untere blasenförmige Körpermasse, von welcher Fangarme herabhangen.

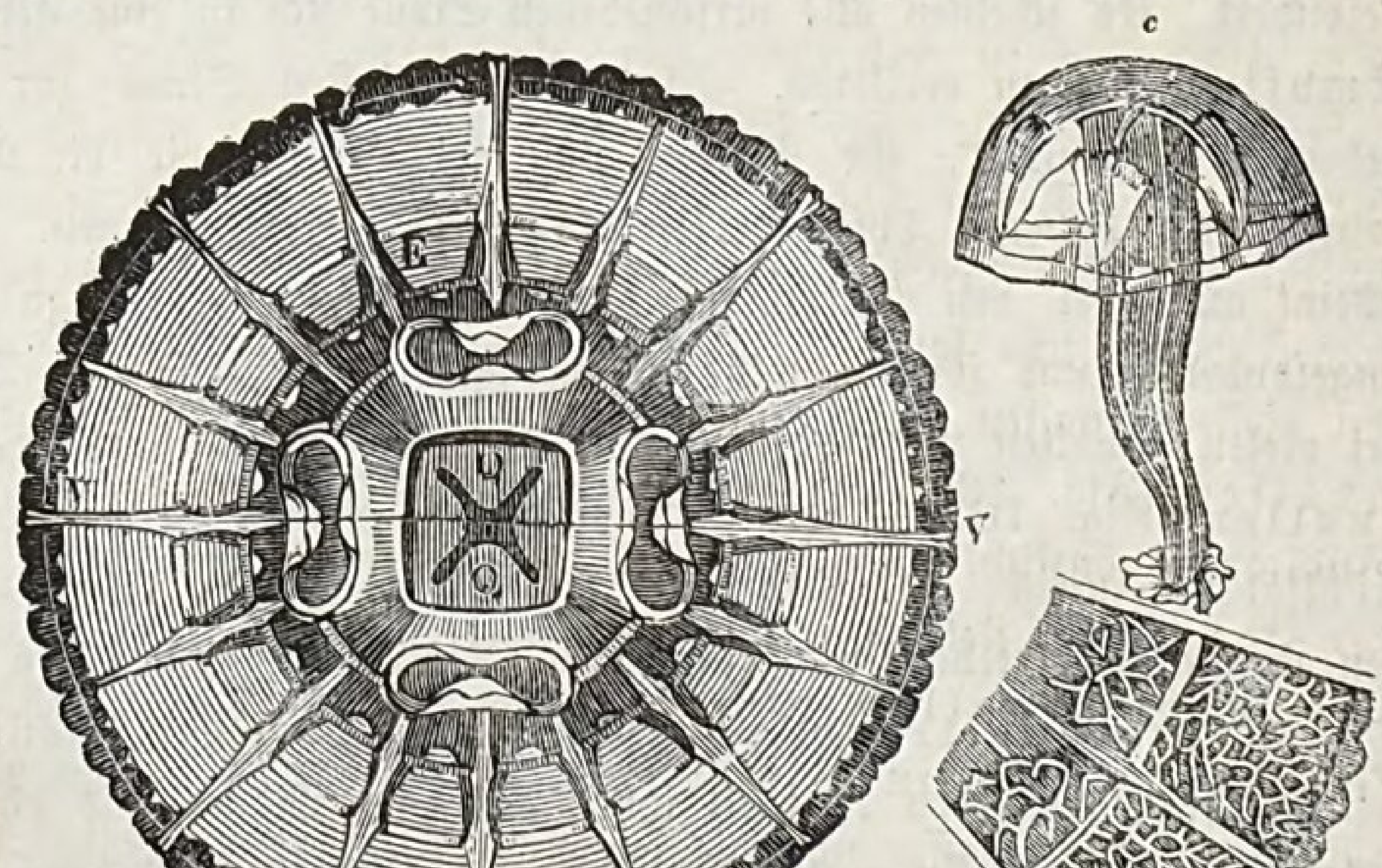


Fig. 1034 *

* a Wagerechter Durchschnitt der blauen Meerlunge. — VV Linie, nach welcher der senkrechte Durchschnitt Fig 1032 genommen ist; OO Speiseröhre in der Linie HH Fig. 1032 durchschnitten; E Nebenhöhlungen. — b Ein Stück des Randes mit den Wasserröhren, welche die Körpersubstanz durchziehen. — c Die Rüsselstielqualle (Geryonia proboscidalis); 1/2 d. nat. Gr.

nur am Meere zu sehen. Bei Nacht verbreiten sie um sich einen phosphorischen Lichtschein und tragen dadurch bedeutend zu der prachtvollen Erscheinung des Meerleuchtens bei. Ihre Häufigkeit ist so groß, daß man berechnet hat, es enthalte in manchen Gegenden jeder Kubikschuh Wassers 100,000 Stück kleiner Quallen. Zahllose Seethiere nähren sich von diesen Geschöpfen.

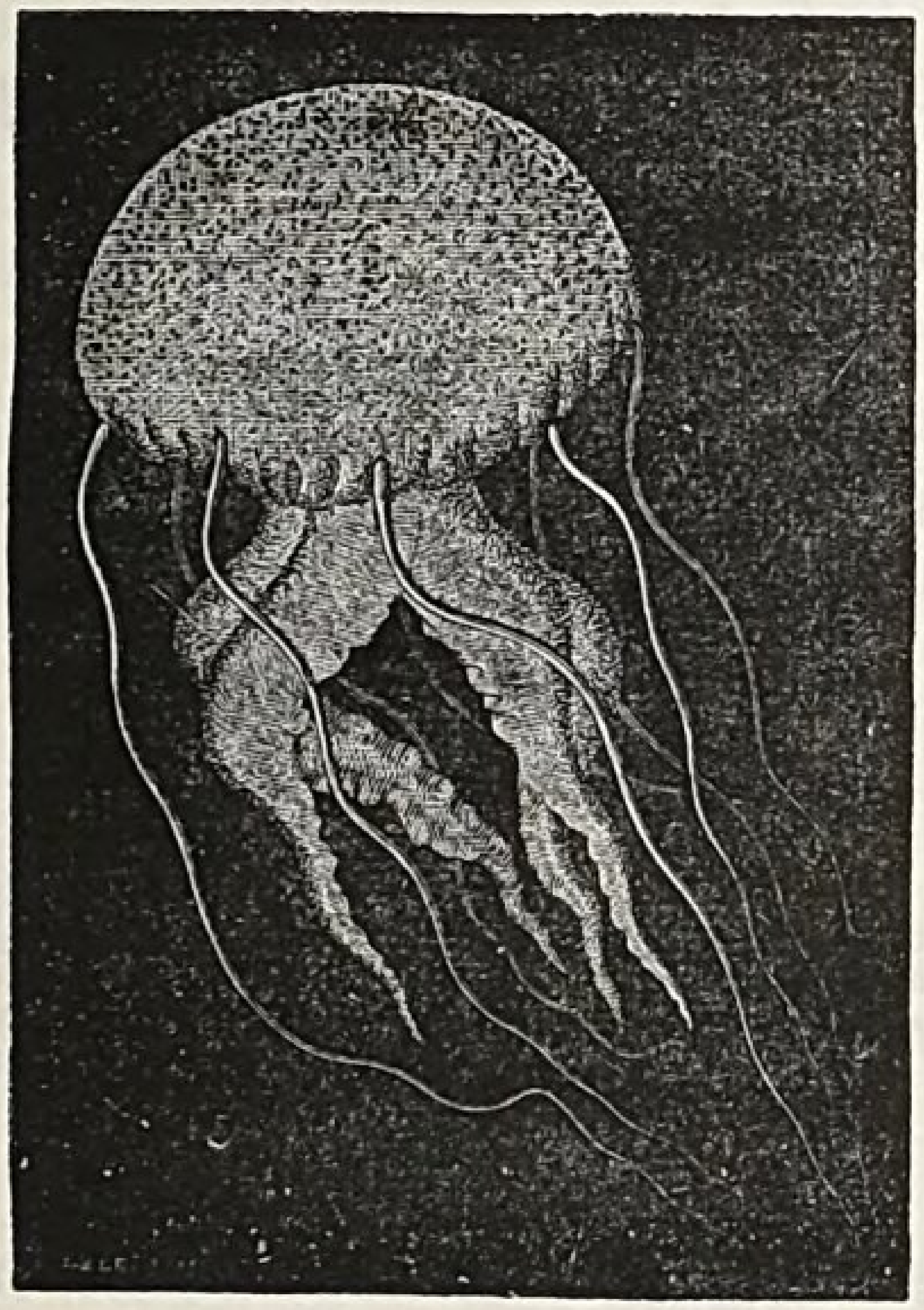


Fig. 1035. Die Seeleuchte (Pelagia noctiluca). $1/3$ d. nat. Gr.

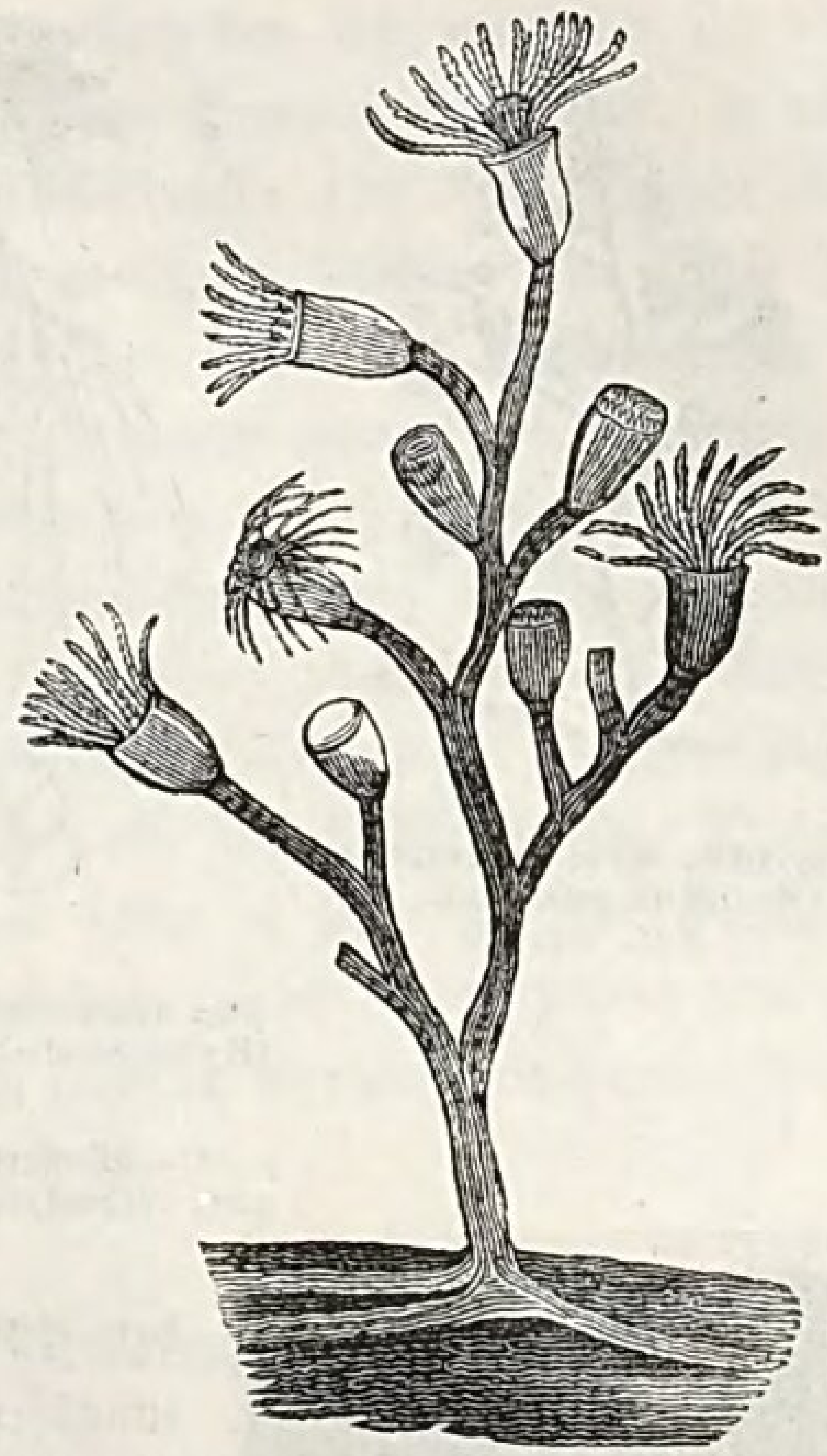


Fig 037. Die Seetanne (Sertularia abietina); vergrößert, um die Verschiedenheit der Polypen zu zeigen.

Zahlreiche Geschöpfe, welche man früher für Blumenthiere hielt, welche aber nur als Ammen- oder Polypenformen von Quallen zu betrachten sind oder doch mit solchen ihrer ganzen Organisation nach übereinstimmen, müssen zur Klasse der Hohlthiere gestellt werden. Solche Polypen sind die Sertularien (Fig. 1036), deren angeheftetes Leibesende sich zu einer Art von Stiel verlängert, während der vordere, die Verdauungshöhle umschließende Theil eine glöckchenförmige Gestalt und eine verhärtete Hülle bekommt, in welche das Thier den Mund und die Fangarme zurückziehen kann. Nur gewisse unter den Knospenthieren, welche seitlich wie Zweige aus den Stielstücken der Sertularien hervorsprossen, besitzen eine Verdauungshöhlung und Fangarme, dabei aber keine Fortpflanzungsorgane, während gewisse andere, denen die Magenhöhle und die Fangarme fehlen, Eierschläuche und Bläschen mit Befruchtungsfeuchtigkeit besitzen (Fig. 1037). — Es gehören ferner hieher die kleinen Hydren oder Armpolypen (Fig. 1038), welche an Wasserpflanzen in unsern Teichen wohnen. Diese Thierchen gleichen in ihrem Aeußern im höchsten Grade den Ammenpolypen (Fig. 1030 I) der Medusenquallen, mit denen sie auch in ihrer innern Organisation völlig übereinstimmen. Sie sind einfach schlauchförmig (Fig. 1039) und mit einer stielartigen Verlängerung festgesetzt. Um den Mund stehen 6 bis 12 sehr lange fadenförmige Fangarme, in welche sich die innere Höhlung des Leibes hineinzieht. Mit Hülfe der Fangarme sieht man sie wirklich ihre in kleinen Thierchen bestehende Nahrung ergreifen (Fig. 1040). Sie vermehren sich sowohl durch Seitenknospen, als auch durch Eier, welche letztere sich jedoch ebenfalls nicht innerlich, sondern innerhalb knospenartiger Auswüchse unterhalb der Fangarme erzeugen. Solche Knospen, wahre Eierschläuche, bieten uns einen gemeinsamen Gesichtspunkt zur Betrachtung der Fortpflanzung durch Eier und derjenigen durch Knospen. Uebrigens bilden sich über den knospenförmigen Eierschläuchen

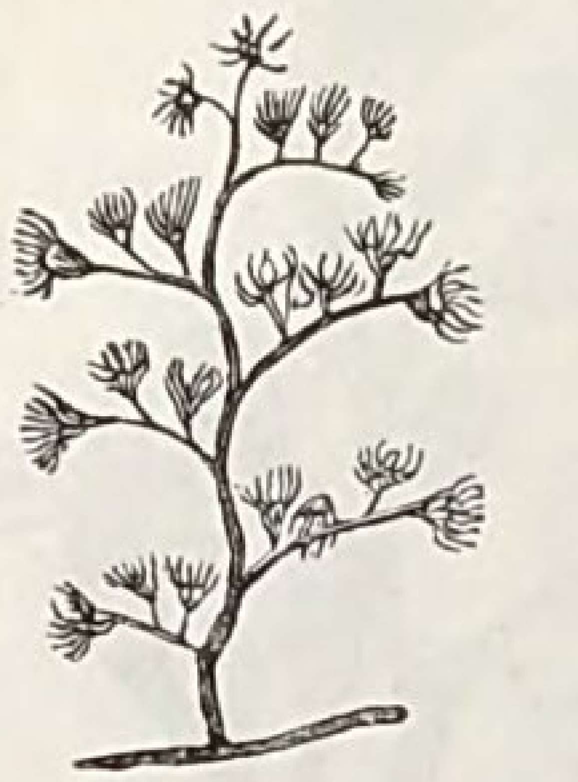


Fig. 1036. Eine Sertularie (Sertularia pelasgica). Nat. Gr.

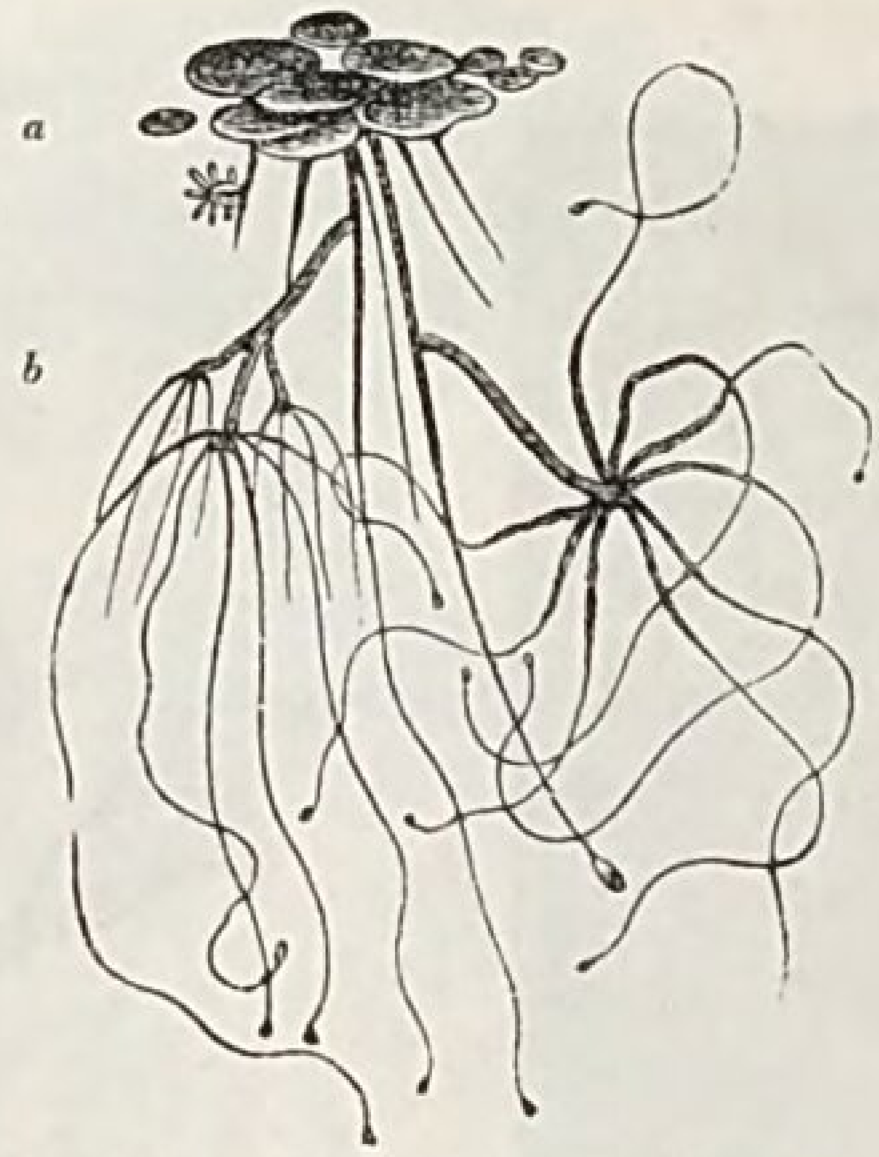


Fig. 1038. Eine Gruppe von Armpolypen (Hydra viridis), an Blättchen der Wasserlinse (Lemna). *

* a Wasserlinsen; b ein Armpolyp mit zwei Nebensprossen.

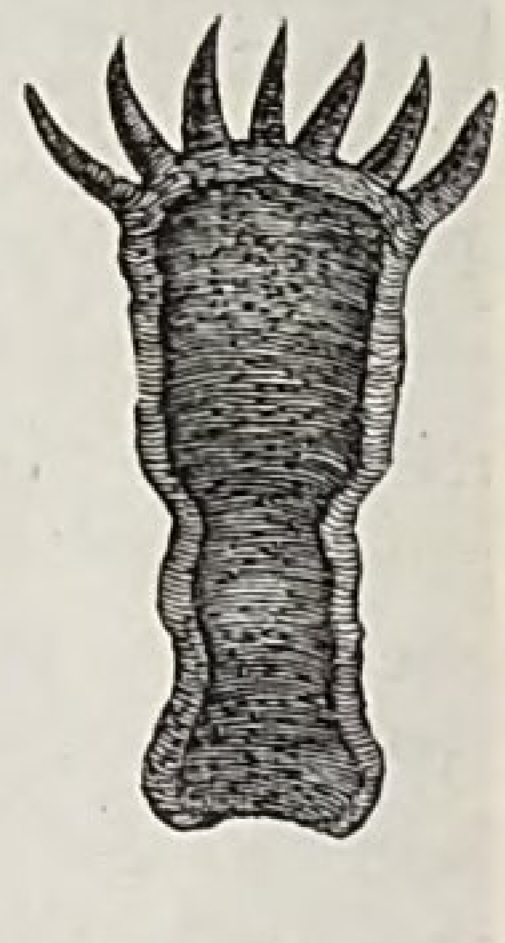


Fig. 1039. Ein Armpolyp aufgeschnitten, zwanzigfach vergrößert, um die einfache innere Leibeshöhle zu zeigen; die Fangarme sind eingezogen.



Fig. 1040. Ein Armpolyp, im Begriffe eine Daphnie (Daphnia pulex) zu verschlingen; zwanzigfach vergrößert.

der Hydren sogar auch Bläschen, in denen Befruchtungsfeuchtigkeit enthalten ist, und letztere ergießt sich, hervorplatzend, über die Eier, wenn die Eierschläuche ihren Inhalt ausschütten. Die Eier der Hydren sind dicht mit stachelartigen Anhängseln besetzt. Die Organisation dieser Thiere ist die einfachste und gleichartigste, welche unter den Strahlthieren gefunden wird. Es zeigt sich nicht die geringste Spur einer Ungleichartigkeit des Gewebes der Körpermasse, weder eine eigentliche Haut, noch Muskeln, noch Nerven und Sinnesorgane. Jede Zelle scheint alle Funktionen der Ernährung, Athmung, Empfindung — denn auch diese fehlt, wie die schreckhaften Zusammenziehungen bei Berührungen, und das Ergreifen zur Nahrung dienlicher Thierchen beweist, keineswegs — und Fortpflanzung in sich zu vereinigen und kein Theil des Körpers ist daher in seiner Existenz von den übrigen Theilen abhängig. Nicht allein die Umstülpung des Leibesschlauches geschieht ohne alle Störung für das Leben des Thieres, sondern man kann den Körper sogar nach Belieben zerstückeln und jedes Stück ersetzt die fehlenden Organe schnell auf's Neue. Die **Reproduktionskraft**, welche bei den vollkommensten Thieren, den Haarthieren und besonders den Vögeln, kaum zur Vernarbung einer geringen Wunde hinreichend vorhanden ist, erscheint bei diesen unvollkommen organisirten Polypen in ihrer höchsten Blüthe und wir erkennen hier die Fortpflanzungsfähigkeit gleichsam nur als eine besondere Modifikation derselben. Während hier jeder Körpertheil die Fähigkeit besitzt, einem gleichartigen Geschöpfe den Ursprung zu geben, sind es bei den vollkommneren Thieren nur gewisse Organe, denen diese Bildungskraft erhalten bleibt, während alle übrigen Organe in anderen Funktionen sich erschöpfen.

Die Hohlthiere besitzen in ihren Körperwandungen eigenthümliche Bläschen, in welchen sich ein Giftsaft ansammelt, welcher bei jedem von Außen kommenden

Drucke durch ein hervorschießendes fadenförmiges Röhrchen sich entleert. Da dieses Gift bei der Berührung auf der Haut ein nesselndes Brennen hervorruft, so nennt man jene Bläschen, welche wirklich mit den Nesseldrüsen der Nesselpflanzen einige Aehnlichkeit haben, Nesselorgane. Die Armpolypen scheinen mit Hülfe derselben ihre kleine Beute zu tödten. Die Quallen nesseln im Vorbeistreifen die Haut der Badenden oft schmerzlich. Uebrigens sind auch andere Thierfamilien mit Nesselorganen versehen, so z. B. die Aeolsschnecken (Fig. 863) an den Drüsenköpfen ihrer fühlerartigen Anhängsel und die Ctenophoren (Fig. 1004) an den Fangfäden; allgemein finden sich derartige Organe, wie es scheint, bei den Blumenthieren.

Merkwürdigerweise hat sich in den lithographischen Schiefern der jüngsten Schichten der Oolithformation bei Solenhofen in Franken ein schöner Abdruck einer Qualle gefunden, wodurch erwiesen ist, daß wenigstens schon in jener Periode Hohlthiere existirten. Nach ihrer unvollkommenen Organisation zu schließen, dürfen wir vermuthen, daß ähnliche Geschöpfe schon in viel frühern Perioden vorhanden waren.

V. Klasse. Die Blumenthiere.

Die Blumenthiere oder Anthozoen haben ihren Namen erhalten von der Formenähnlichkeit mit Pflanzengewächsen, mit welchen man diese ausschließlich im Meere lebenden Geschöpfe in Folge jener Aehnlichkeit lange wirklich zusammenstellte. Bei vielen geht die Vergleichbarkeit in der That so weit, daß man sie mit Recht Blumenthiere nennen kann, da sie im Wuchse und in der äußern Bildung sowohl, als in der Farbenmannigfaltigkeit mit solchen wetteifern (Fig. 1041). Uebrigens hat man auch wohl alle Strahlthiere gemeinsam mit der Benennung von Pflanzenthieren (Zoophyta) belegt, um hinzudeuten auf die gemeinsame Eigenthümlichkeit der Bewegung der Säfte, durch welche dieselben sich wenigstens von den Weichthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren unterscheiden. Denn da alle diese Thiere kaum eine Spur eines Herzens und besonderer Circulationsgefäße oder wirklich gar keine solche besitzen, so müssen die Säfte in ihrem Körper größtentheils ähnlich wie bei den Pflanzen die Gewebe durchdringen oder die Zwischenräume der Organe erfüllen. Wegen einer gewissen oberflächlichen Aehnlichkeit mit dem Armkraken hat man auch die Blumenthiere Polypen genannt.

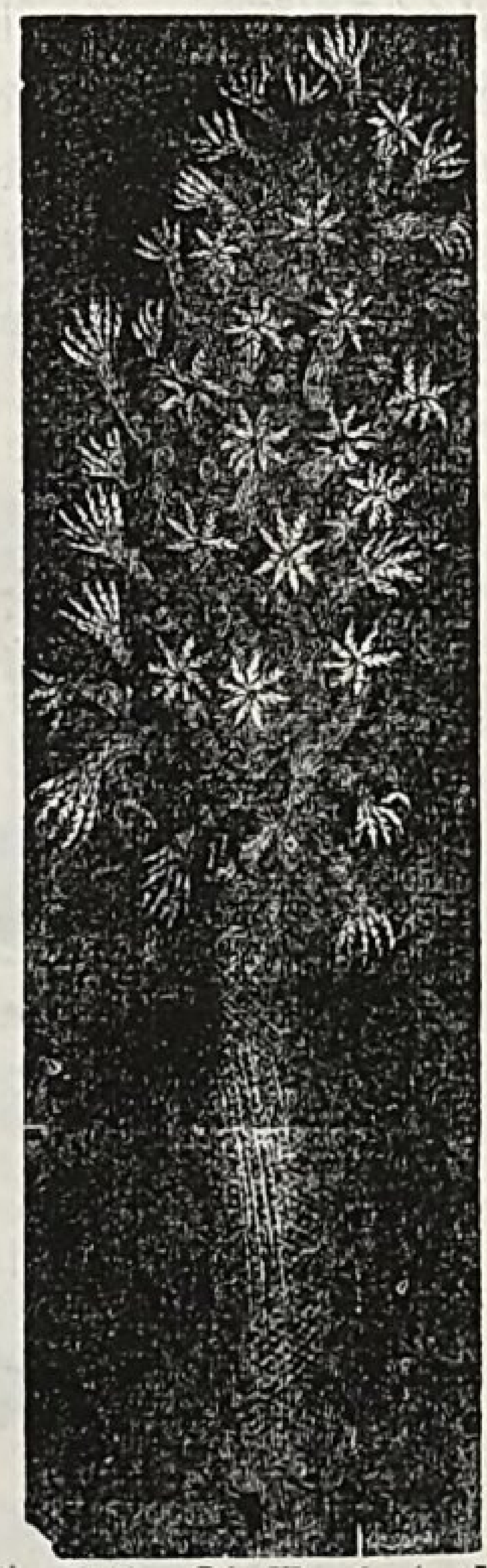


Fig. 1041. Die Meerspule (Veretillum cynomorium), eine Kolonie von Blumenthierchen auf gemeinsamem Stocke.

Die Organisation derselben hat zwar sehr viele Uebereinstimmung mit derjenigen der Hohlthiere, doch ist sie durch mehre wichtige Eigenthümlichkeiten verschieden; und wenn die Blumenthiere einerseits die Vollkommenheit der Quallen großentheils nicht erreichen, übertreffen sie dieselben doch in gewissen Beziehungen und erheben sich insbesondere andrerseits meistens über die Unvollkommenheit der Ammenpolypen.

Die Seeanemonen oder Aktinien (Fig. 1042) haben einen gallertartigen kurzwalzenförmigen Bauch, welcher mit einem Ende auf Steinen oder andern Gegenständen aufsitzt, während das andere Ende eine von vielen einziehbaren hohlen Fangarmen umgebene Mundöffnung zeigt und hiedurch einer Blume ähnlich ist. Die Fleischmasse ist zellig, doch auch mit deutlichen Spuren von Fasergewebe versehen. Das Innere des Bauches enthält im obern Theile unmittelbar unter dem Munde eine besondere Magenhöhle, welche jedoch in offener Verbindung steht mit einer zweiten untern Höhlung. Diese letztere ist durch eine, mit der Zahl der Fangarme in bestimmtem Verhältnisse stehende, Anzahl von dem Umfange der Leibeswandung hineinragender Längsfalten oder bandartiger krauser Blätterstreifen, Lamellen genannt, fast bis zur Mitte in Fächer getheilt (Fig. 1043), so daß dieselbe querdurchschnitten eine vieltheilige Rosette darstellt. Die einzelnen Seitenhöhlen dieses innern Raumes ziehen sich bis in die Fangarme hinein. Der Magen ist an seinen Wandungen mit Zellen bekleidet, welche einen braunen Inhalt besitzen und vielleicht eine Spur der Funktion von Leberdrüsen andeuten. Vermittelst der Bewegungen der Flimmerhärchen, welche in dieser Magenhöhle zugleich sehr zahlreich vorhanden sind, circulirt bis in die Spitze der Fangarme hinein auf eine sehr regelmäßige Weise die Nahrungsflüssigkeit ohne irgend von Gefäßen umschlossen zu sein. Von Nerven und Sinnesorganen ist keine Spur wahrzunehmen, obwohl Sinneseindrücke offenbar sehr wohl von diesen Thieren empfunden werden, welche sich sogar vor einem plötzlich über das Wasser dahinfahrenden Wolkenschatten schreckhaft zusammenziehen (Fig. 1044). Es scheint die ganze Körperoberfläche eine allgemeine Empfindlichkeit gegen Berührung, Schall und Licht zugleich zu besitzen. Die Körpermasse ist mit äußerst feinen Poren, Zwischenräumen des Zellgewebes, vielfach durchbohrt. Mit dieser Organisation stimmen im Allgemeinen alle

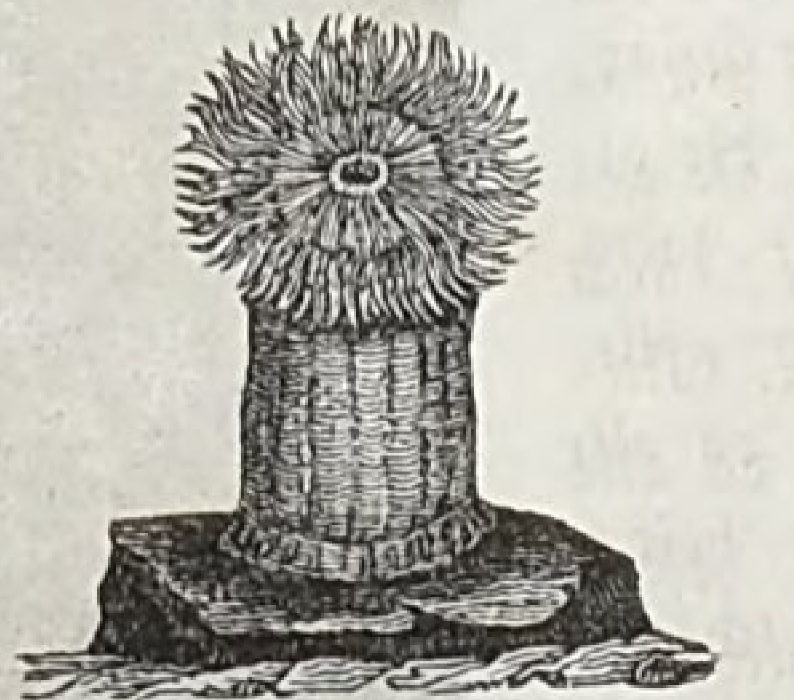


Fig. 1042.
Die Siebanemone (Cribrina filiformis).

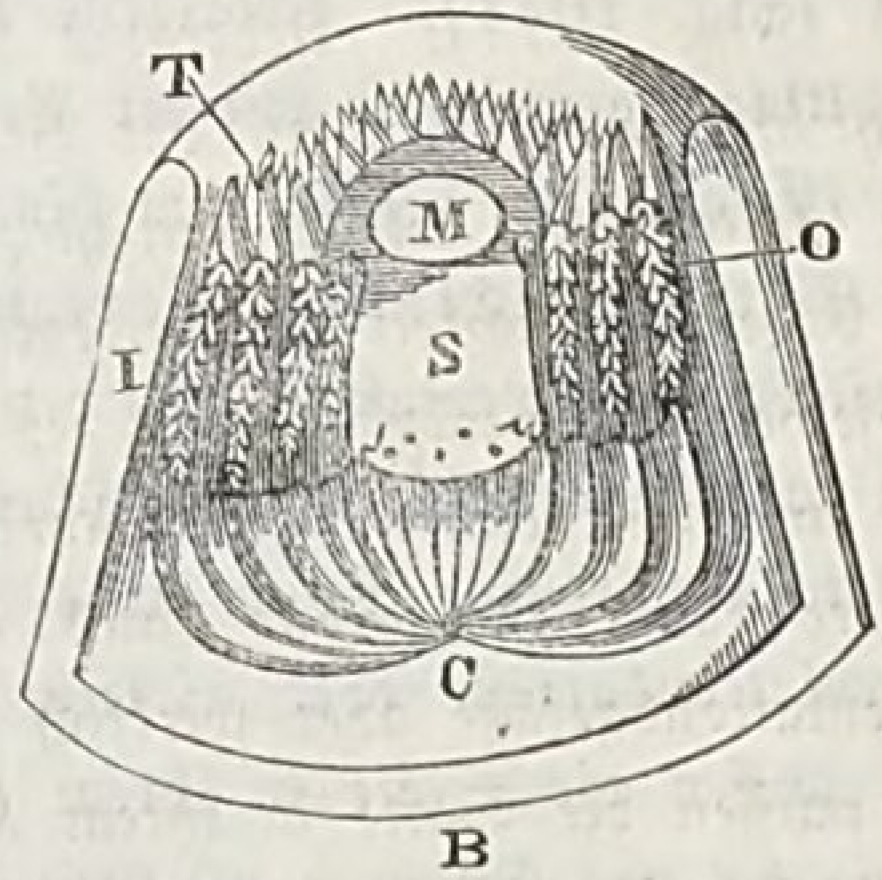


Fig. 1043. Senkrechter Durchschnitt einer Siebanemone (Cribrina coriacea). *

* B Basis oder Sohle, mit welcher das Thier aufsitzt; C Grund der hintern Leibeshöhle mit den Lamellen; I Leibeswandung; T Fangarm; M Mund; S Magen; O Geschlechtskrausen.

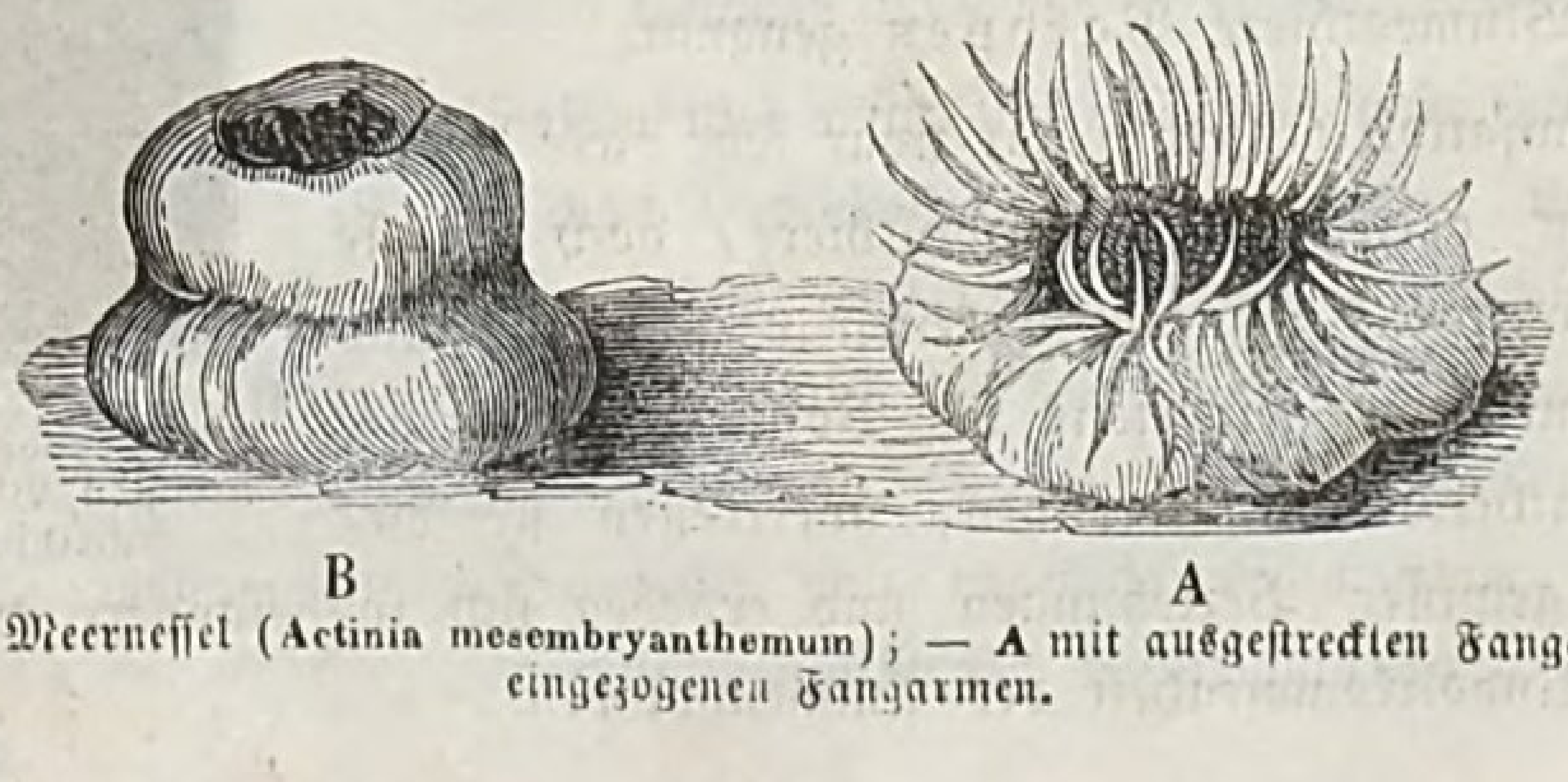


Fig. 1044. Die Meernessel (Actinia mesembryanthemum); — A mit ausgestreckten Fangarmen; — B mit eingezogenen Fangarmen.

Blumenthiere mehr oder weniger überein; während aber die Seeanemonen einzeln leben, pflegen die übrigen stets zu gemeinsamen Kolonien vereinigt zu sein und sind meistens so unmittelbar an einander gewachsen, daß die innern Leibeshöhlen aller Mitglieder einer Kolonie durch ein gemeinsames Röhrensystem mit einander in Verbindung stehen. Die Seeanemonen können mit der Fläche, vermittelst deren sie festsitzen, langsam vom Flecke rücken. In der Jugend sind sie ganz frei beweglich; erst später setzen sie sich fest. Die meisten Blumenthiere aber sind, sobald sie sich einmal festgesetzt haben, gar keiner Ortsveränderung mehr fähig. — Die meisten sind sehr klein, viele kaum von der Dicke einer Nadel. Allein gerade die kleinsten sind zum Theil von großer Wichtigkeit in der Natur, indem sie durch die Kalkmassen, welche ihre Körpersubstanz in sich ablagert, im Laufe der Zeiten die merkwürdigsten und großartigsten Steingewächse hervorbringen. Solche Steingewächse nennt man Korallen.

Manche Gattungen lagern nur in den Lamellen, welche in ihre untere Bauchhöhle sternstrahlenförmig hereinragen, und welche sich im untern Theile des Sackes völlig vereinigen, Kalkmasse ab, während sie äußerlich ganz gallertartig bleiben. Solche haben die nächste Aehnlichkeit mit den Seeanemonen und hinterlassen, wenn sie absterben und ihre Weichtheile verfaulen, ein blättrig strahliges Kalkgerüst, mitunter von mehren Zollen Größe. Es gehören dahin die sogenannten Sternkreisel (**Turbinolia**) die Schwamm- oder Pilzsterne (**Fungia**) und andere. Da dieselben sich, wie alle Blumenthiere, wahrscheinlich auch durch Knospen fortpflanzen können, so sind sehr oft, wo mehre Thiere vereinigt erscheinen, die Kalkgerüste ganz in einander gewachsen. Bei andern Blumenthieren erhärtet nur die äußere Wandung des Körpers, und zwar hauptsächlich am untern Theile. Die Kalkgerüste haben dann eine röhrenförmige Gestalt und die Knospenbrut setzt sich immer gleich an dem Mutterstamme fest und baut darauf fort, eine Nachkommenschaft auf der andern, während die ältern Thiere längst abgestorben sind. Da dieselben auf eine regelmäßige Weise nur an bestimmten Punkten hervorbrechen, so entsteht ein sehr regelvolles Gewächs. Dasselbe gleicht bald einem Orgelwerke, wie bei den Orgelkorallen (Fig. 1045), wenn die Röhrentheile der Kalkgerüste vorherrschen, bald einer stabförmigen Spule, wenn die Thiere hauptsächlich an ihrem untern Ende Kalk ablagern, wie bei den Meerspulen oder Veretillen (Fig. 1041). Die Spulen dieser letztern Thiere sind nicht festgewachsen, sondern stecken mit dem zuerst entstandenen Ende im Sande, während am andern Ende die Thierchen theils mit eingezogenen Fangarmen, wie Knospen, theils wie aufgeblühte Blumen in der regelmäßigsten Anordnung befestigt sind und dasselbe durch immer neue Brut verlängern. Bei den Seefedern (Fig. 1046) verästelt sich die Spule, wie eine Feder.



A B

Fig. 1045. Kalkgehäuse der Orgelkoralle (**Tubipora musica**); — **A** ein Stück in natürlichen Größe; **B** ein Theil davon vergrößert.



B A

Fig. 1046 Die rothe Meerfeder (**Pennatula phosphorea**); — **A** der ganze Stock; **B** ein Zweig mit den Thierchen.

*

Die merkwürdigsten Kalkstöcke hinterlassen diejenigen Blumenthierchen, welche zugleich in ihrer Leibeswandung und auch in den Lamellen ihrer Bauchhöhle Kalk ansammeln. Die stets am Boden fest angewachsenen Kalkgerüste derselben stellen, wenn die Thiere verfault sind, Röhren oder Schalen dar, von deren Rande mehr oder minder zahlreiche Kalkblättchen gegen die Mitte vorspringen. Die Lamellen stimmen, wie oben erwähnt ist, in der Zahl mit den Fangarmen überein. Die äußere weiche Hülle der Thiere bildet, wenn mehre auf einander gewachsen sind, einen gemeinsamen schleimigfleischigen Ueberzug ihrer Kalkmasse. Die Schüsselkorallen (Explanaria), deren Brut sich stets randlich um das Mutterthier ausbreitet, bilden rindenartige Steinüberzüge an den Felsen. Aehnlich ist es bei den Asträen oder Sternkorallen, welche jedoch auch über einander Lagen bilden und zu knollenförmigen Massen aufwachsen. Die Mäandrinen (Fig. 1047) lagern sich in gewundenen Reihen neben einander, so daß ihre Kalkstöcke ein Labyrinth in einander geschlungener Fächerzellen darstellen. Die Poriten (Fig. 1048) haben sehr kleine zellige Höhlungen und sondern eine sehr bedeutende Kalkmasse in ihrer gemeinsamen Hülle aus. Die Caryophyllien (Fig. 1049) pflanzen sich so fort, daß die Kalkstöcke gabelig getheilt emporwachsen. Die Augenkorallen (Fig. 1050), welche meistens nur einseitige Knospen bekommen, bilden ästige Gewächse, an denen nach dem Absterben der Thiere die Lamellen rosenartig hervorstehen.

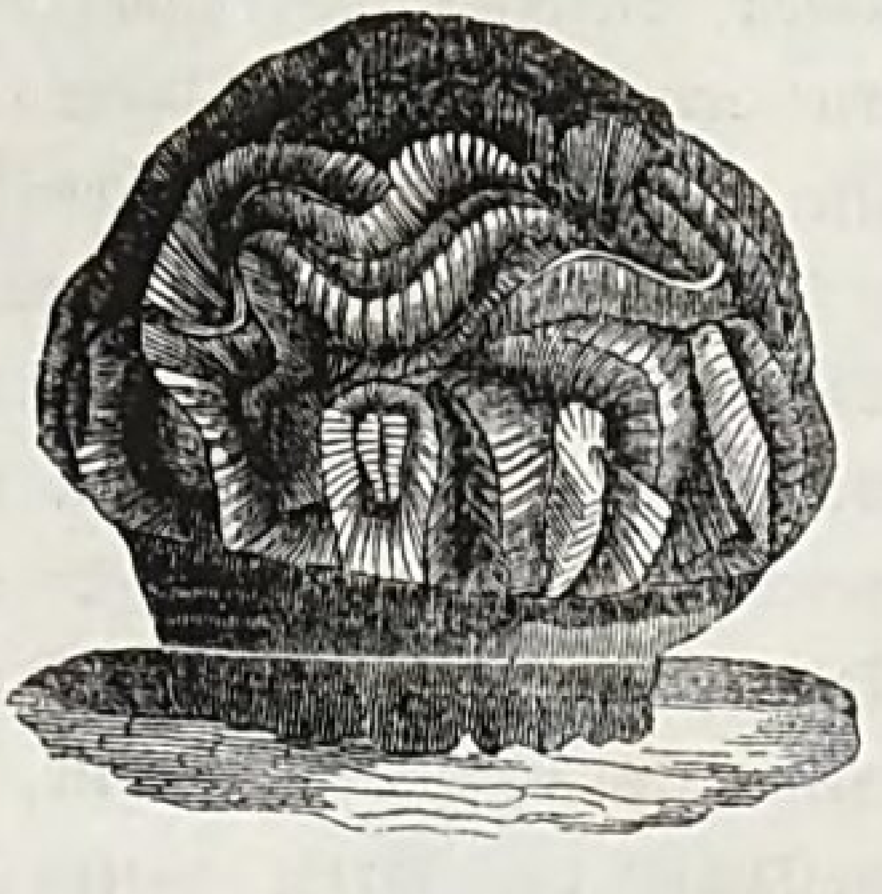


Fig. 1047. Kalkstock der verwirrten Mäandrine (Mæandrina labyrinthica)

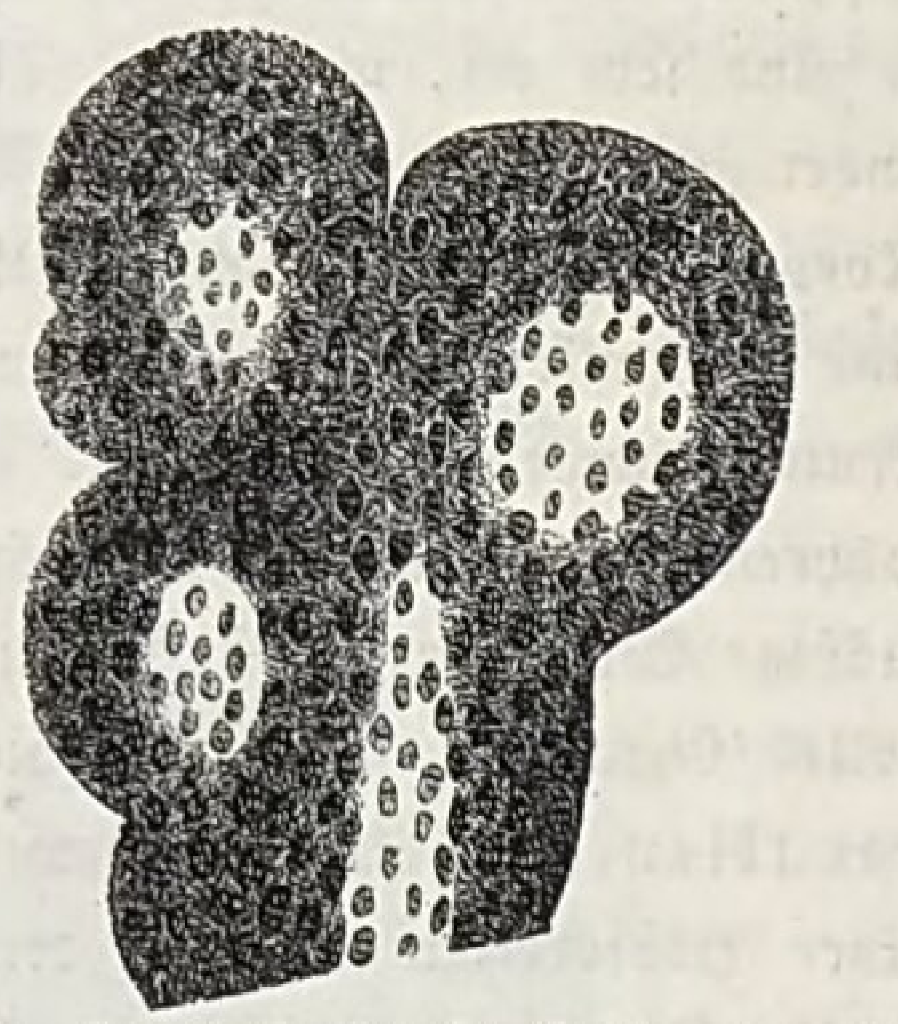


Fig 1048. Die Kolbenkoralle (Porites clavaria).



Fig. 1049. Die Nelkenkoralle (Caryophyllia fastigiata).



Fig 1050. Die Augenkoralle (Oculina hortella).



Fig. 1051. Die zackige Madrepore (Madrepora muricata).

Bei den Madreporen (Fig. 1051) stehen die Thiere lang aus dem gemeinsamen Kalkstocke hervor und hinterlassen an demselben röhrenartige Zellen mit sehr feinen Lamellen. Der Stock dieser Korallen wächst bald als eine breite knollige Masse, bald schlank und ästig aufwärts. Die Schmuckkorallen (Fig. 1052) setzen hauptsächlich nur in ihrem untern Theile Kalk ab (Fig. 1053). Es entsteht dadurch ein ästiges Kalkgewächs, an dessen fast ganz glatter Oberfläche die kleinen Thierchen mit den dünnen Vordertheilen ihres Leibes aus der gemeinsamen fleischigen Hülle hervorragen. Bei den Gorgonien und andern Holzkorallen (Fig. 1054) besteht ein ähnlich entstandener gemeinsamer Stock, welcher auf sehr seltsame Weise netzförmig verästelt ist, nur aus horn= oder holzartig biegsamer Masse, während die gemeinsame fleischige Hülle der Thiere ihn mit einer spröden, schwammigen Kalkkruste überkleidet. Diese Kruste zeigt nach dem Tode der Thiere feine Poren. Bei den Alcyonien oder Korkkorallen endlich ist der ganze Stock innerlich schwammig und weich, nur äußerlich mit einer dünnen Kalkkruste bedeckt und mit weiten Oeffnungen für die Thierleiber versehen (Fig. 1055).

Die Fortpflanzung der Blumenthiere geschieht, außer der Knospung, durch Eier, welche in der Leibeshöhlung innerhalb Eierschläuchen entstehen. Letztere bilden sich zu gewissen Zeiten in Form kleiner Bläschen an den bandartigen Lamellen, welche in jene Höhlung hineinragen und welche daher auch wohl Geschlechts=

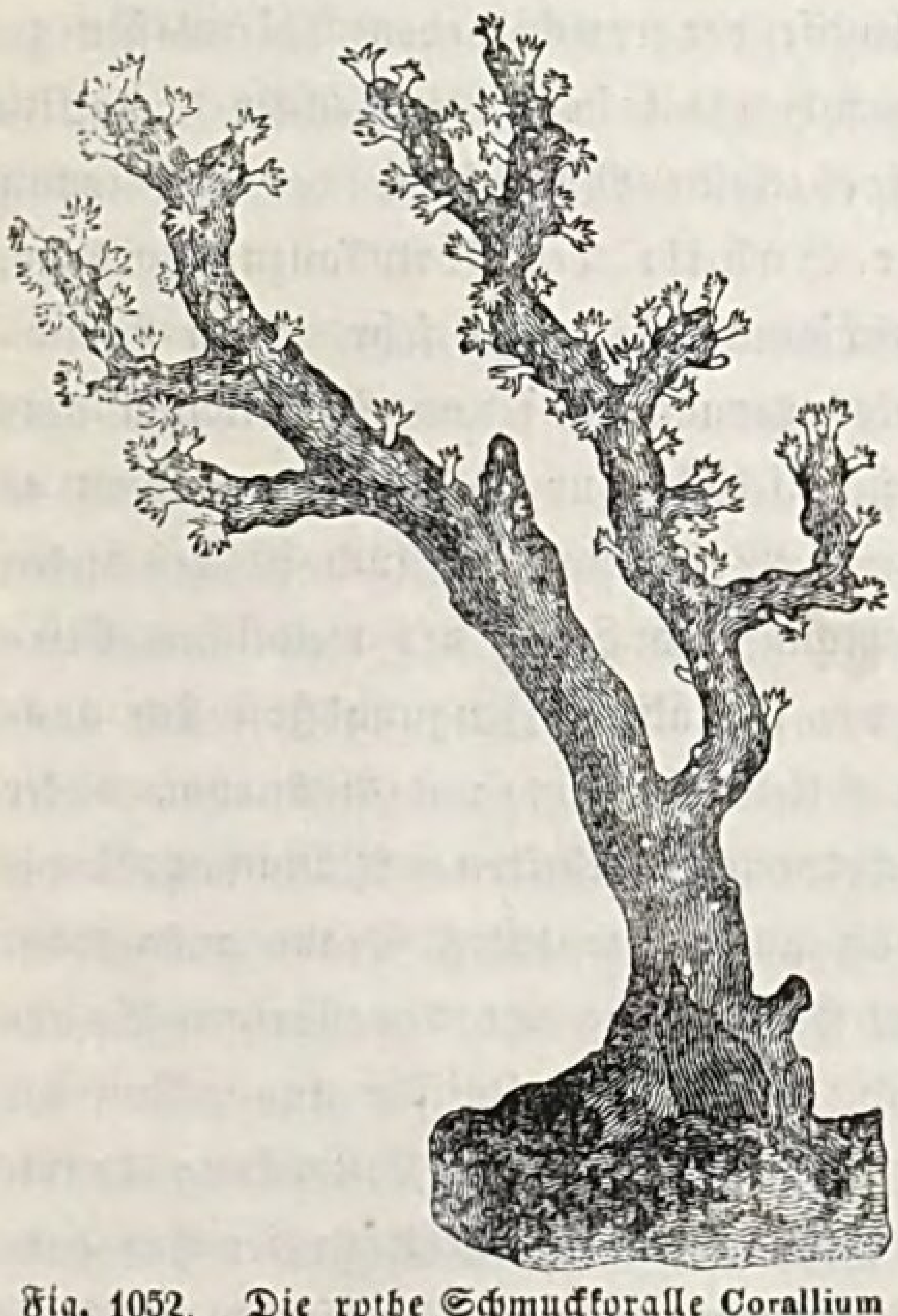


Fig. 1052. Die rothe Schmuckkoralle Corallium nobile), ein Stock mit den Thierchen.

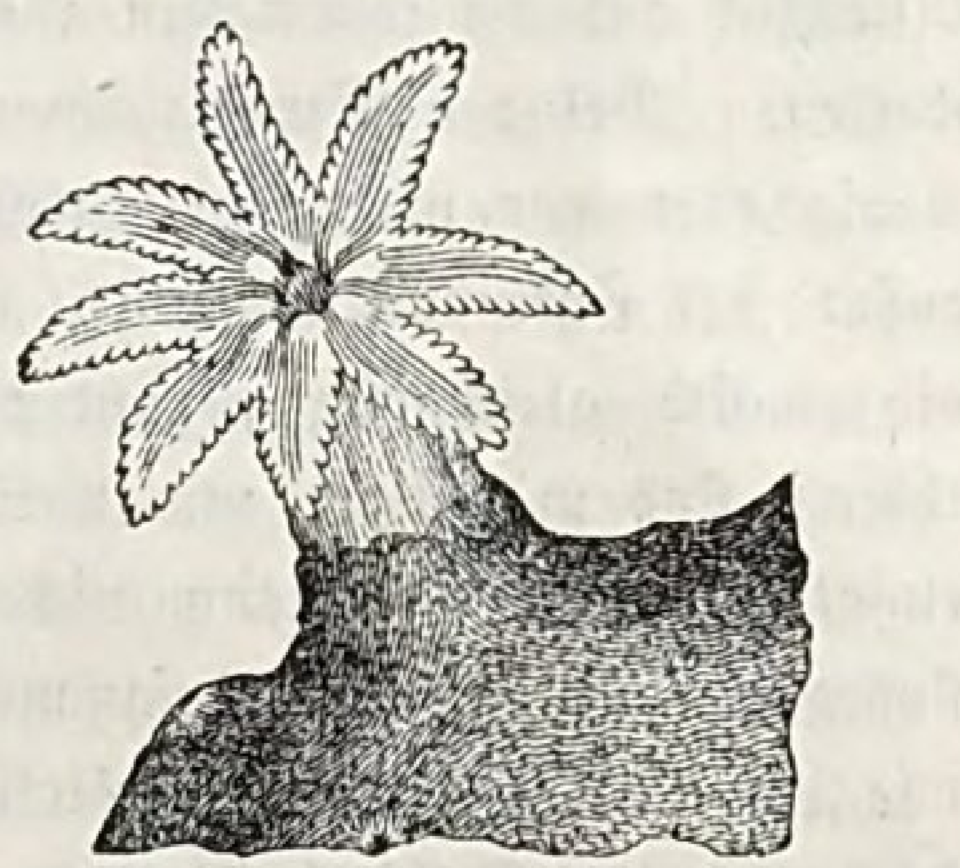


Fig. 1053. Ein einzelnes Thier der rothen Schuckkoralle mit seiner steinigen Basis; vergrößert.

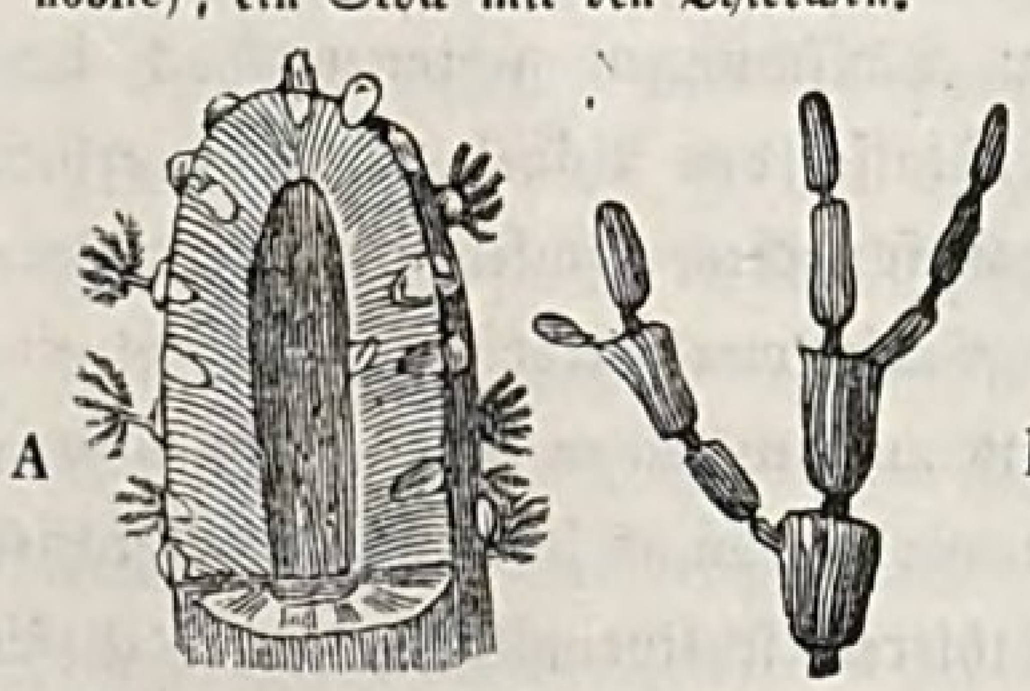


Fig. 1054. A Ein kleiner Ast von der Seeheide oder Holzkoralle (Gorgonia briareus); vergrößert und theilweise senkrecht durchschnitten; — B ein Stock der knotigen Isiskoralle (Isis hippuris), mit hornartigen Verengungen zwischen den einzelnen Thiergruppen.

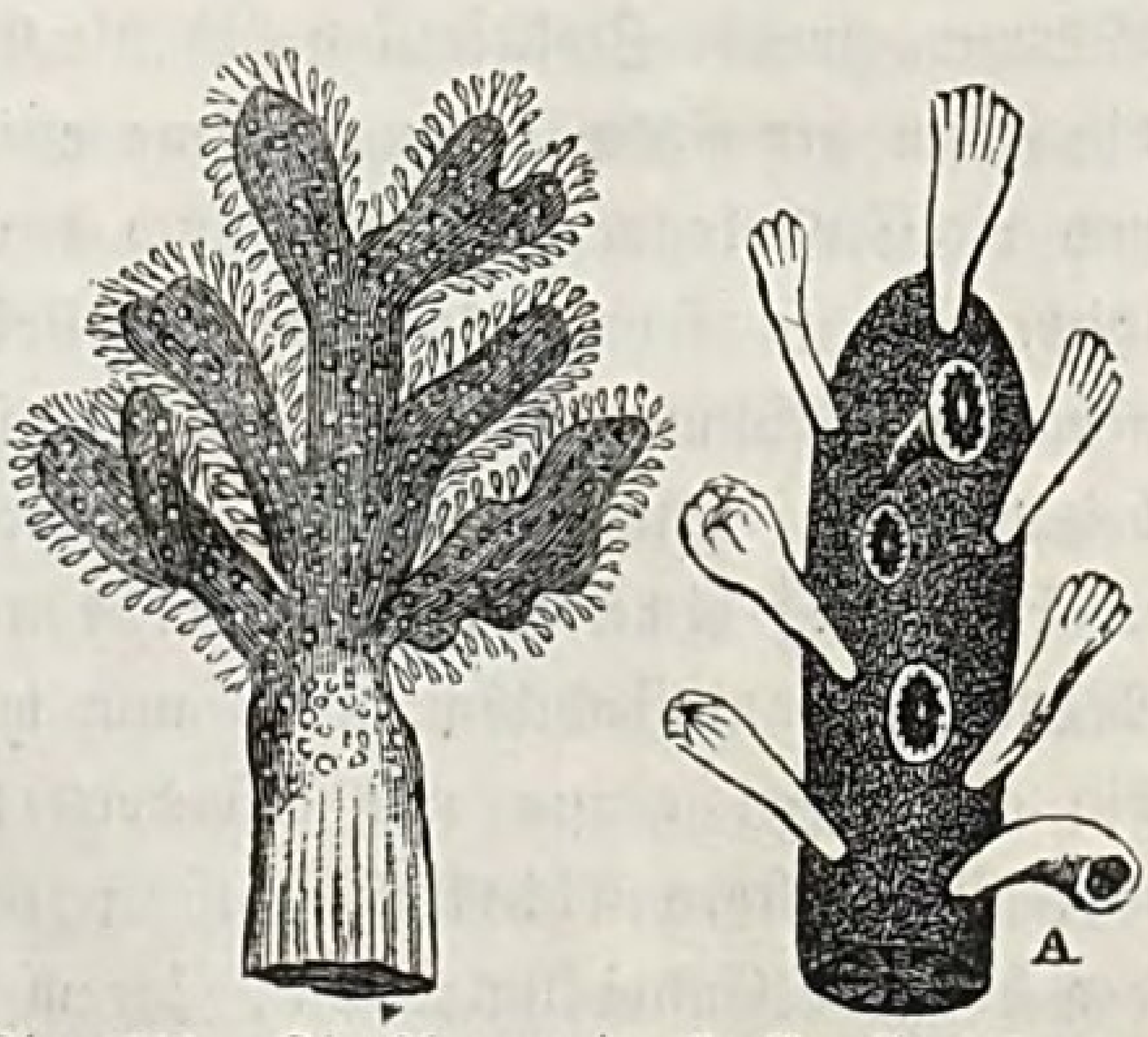


Fig. 1055. Die schwammige Korkkoralle (Alcyonium lobatum); — A ein vergrößerter Ast mit den Thierchen.

krausen (Fig. 1043 O) genannt werden. Die einzelnen Eierchen sind denen der Quallen sehr ähnlich und entwickeln sich auch in ganz ähnlicher Weise, aber nicht frei im Meere, sondern innerhalb der Leibeshöhlung des Mutterthieres. Es scheint, daß die Embryonen, wenn sie endlich hervorschlüpfen, sich häufig in einer regelmäßigen Weise in den Achseln der Fangarme des Mutterthieres anheften und dort ihre Vollendung erlangen. Anfangs besitzen die jungen Thiere, auch wenn sie schon im Allgemeinen die Organisation des Mutterthieres erlangt haben, nur eine geringe Anzahl von Fangarmen und Lamellen. Die Zahl derselben verdoppelt sich durch Auftreten von neuen zwischen den ersten und eine solche Verdopplung kann mehrfach geschehen, jedoch bei jeder Gattung in bestimmten Verhältnissen. Manche haben stets nur sechs Fangarme (Sechsarmige, Hexactinia); andere überschreiten diese Zahl rasch und erreichen das Doppelte oder Mehrfache (Vielarmige, Polyactinia). Letztere dürfen, da sie eine höhere Ausbildungsstufe bezeichnen, als vollkommner gelten.

Alle Blumenthiere sind getrennten Geschlechtes. Man findet in einer Kolonie theils Männchen, theils Weibchen. Die erstern zeigen von den letztern überall gar keine andere Verschiedenheit, als daß in den Bläschen an ihren Geschlechtskrausen anstatt Eiern sich Befruchtungsfeuchtigkeit erzeugt.

Da die Anthozoen die unvollkommenste Thierklasse sind, bei welcher sich noch eine geschlechtliche Fortpflanzung findet, so wird es nicht uninteressant sein, einen Rückblick auf die wichtigsten Geschlechtsverhältnisse der verschiedenen Thierklassen zu werfen. Bei den Strahlthieren unterscheiden sich die beiden Geschlechter äußerlich wenig oder gar nicht und großentheils gibt es keine Möglichkeit der Erkennung außer der Fortpflanzungszeit, indem nur der Inhalt der Fortpflanzungsorgane, die an sich gleichartig gebaut erscheinen, verschieden ist. Bei sehr vielen Weichthieren sind männliche und weibliche Geschlechtsorgane auf jedem Individuum vereinigt, doch genügt dann nicht ein Thier sich selbst zur Zeugung, sondern es findet eine gegenseitige Zusammenwirkung zweier Wesen statt. Auch ist bei diesen wie bei allen höheren Thierklassen, die Einrichtung und Form der weiblichen Eierstöcke und der Drüsenballen, innerhalb deren der männliche Zeugungsstoff sich aussondert, meistens sehr verschieden. Bei den Gliederthieren, mit Ausnahme vieler Würmer, welche Zwitter sind, ist die Geschlechtsverschiedenheit der Männchen, sowie die Form der Fortpflanzungsorgane meistens im ausgezeichnetsten Grade ausgeprägt und die Cephalopoden, welche auch durch ihre Entwicklung vor den übrigen Weichthieren sich so sehr auszeichnen, schließen sich diesen Verhältnissen an. Nur die genaueste Prüfung der innern Organisation oder die zufällige Entdeckung konnte bei manchen Arten zur Kunde der paarweisen Zusammengehörigkeit zweier sich ganz unähnlicher Thiere führen. Bei den Wirbelthieren ist der Unterschied zwischen Männchen und Weibchen, wenn auch minder zu Täuschungen geeignet, doch immerhin entschieden genug und besonders in der Klasse der Vögel oft sehr erheblich. Bei allen solchen Thierklassen ist jedoch die Geschlechtsverschiedenheit ein Vorrecht der höchsten Entwicklungsstufe, indem in der Embryonalperiode sich nie eine Geschlechtsverschiedenheit zeigt und dieselbe meistens auch während eines mehr oder minder langen Jugendzustandes erst unvollkommen vorhanden ist, ja im Alter sich selbst wieder großentheils verliert. — Bei den Strahlthieren scheint allgemein die Befruchtung der Eier durch den männlichen Zeugungsstoff dem Spiele des Zufalles über-

lassen zu sein. Dasselbe ist bei den niedrigsten Weichthieren der Fall, obgleich bei diesen der Befruchtungsstoff noch innerhalb der Kiemenhöhlung des Weibchens zu den Eiern gelangt, wohin derselbe vermittelst der Athmung durch das Wasser leicht den Zutritt findet. Auch unter den Wirbelthieren geben die Fische und Nackthäuter noch ein Beispiel ähnlicher Befruchtung, indem auch hier die Eier und andererseits der Zeugungsstoff von beiden Geschlechtern gesondert entleert werden und nur äußerlich zusammentreffen. Doch findet bei den Batrachiern immerhin schon eine Annäherung zwischen den Männchen und Weibchen zur Beförderung dieses Zweckes statt. Bei sehr vielen Thierklassen, sowohl bei den zwitterhaften Schnecken und Würmern, als auch besonders bei den Cephalopoden, bei den vollkommneren Gliederthieren und bei den höheren Wirbelthieren findet eine innige Vereinigung der Männchen und Weibchen, die sogenannte Begattung, zu dem Zwecke statt, um den Zeugungsstoff schon innerhalb der Organe des Weibchens mit den Eiern in Berührung zu bringen. Es finden sich zu diesem Zwecke bei den genannten Klassen, mit Ausnahme der meisten Vögel, bei den Männchen besondere Organe zur Einführung des Zeugungsstoffes in die Eierleiter der Weibchen. Einer eigenen Erwähnung verdient einerseits die bei den Insekten sich häufig zeigende Einrichtung, daß der Zeugungsstoff innerhalb besonderer Täschchen der Weibchen für lange Zeit aufbewahrt werden, und bei einigen selbst auf lebendig geborene Junge übergehen kann; andererseits die Einkapselung des Zeugungsstoffes in besondere röhrenförmige Büchsen bei den Cephalopoden, bei welchen diese sogenannten Spermatophoren, in die Mantelhöhlung des Weibchens eingebracht, durch Wassereinsaugung anschwellen und zerreißen.

In den Geschlechtsorganen der männlichen Thiere, welche bei den Blumenthieren und Hohlthieren als einfache Drüsenbläschen, bei den übrigen Strahlthieren als Gruppen von solchen und bei den höhern Thierklassen als mehr oder minder zusammengesetzte Drüsenhäufchen oder Ballen, Hoden (testiculi) genannt, erscheinen, sondert der Zeugungsstoff sich als eine eiweißartige Flüssigkeit aus. Man nennt diesen Stoff auch wohl Samen (sperma). Denselben verschafft man sich leicht in der Begattungsperiode aus den Testikeldrüsen irgend eines Thieres, z. B. eines Wassersalamanders (Fig. 527), wo dieselben als deutliche Anschwellungen unter dem Anfange des Schwanzes wahrzunehmen sind. Unter dem Mikroskope erblickt man darin zahllose äußerst kleine Zellen, welche sich strudelnd und kreiselnd mit großer Schnelligkeit in der sie umgebenden Flüssigkeit bewegen und ein langes fadenförmiges Anhängselchen besitzen. Diese sich bewegenden Körperchen hielt man anfangs für selbstständige Thiere, und zwar für Eingeweidewürmer, unter denen die Cercarien (Seite 461) wirklich eine gewisse Aehnlichkeit mit ihnen haben, oder auch für Infusionsthiere, deren Aehnlichkeit mit ihnen allerdings keine geringe ist. Allein gegenwärtig ist man zu der Ansicht gelangt, daß diese sogenannten Samenthierchen oder Spermatozoen (Fig. 1056) charakteristische Bestandtheile eines jeden Zeugungsstoffes und in diesem selbst gebildet sind. Bei jeder Thierklasse und selbst bei vielen besondern Gattungen zeigen dieselbe eine eigenthümliche und stets sich gleichbleibende Form. Bei den Haarthieren sind sie eiförmig, bei den Vögeln einfach fadenförmig, bei den Krebsen, wo sie verhältnißmäßig sehr groß sind, tragen sie drei starre Fadenanhängsel; bei den Kraken ähneln sie sehr denen der Haarthiere; bei den

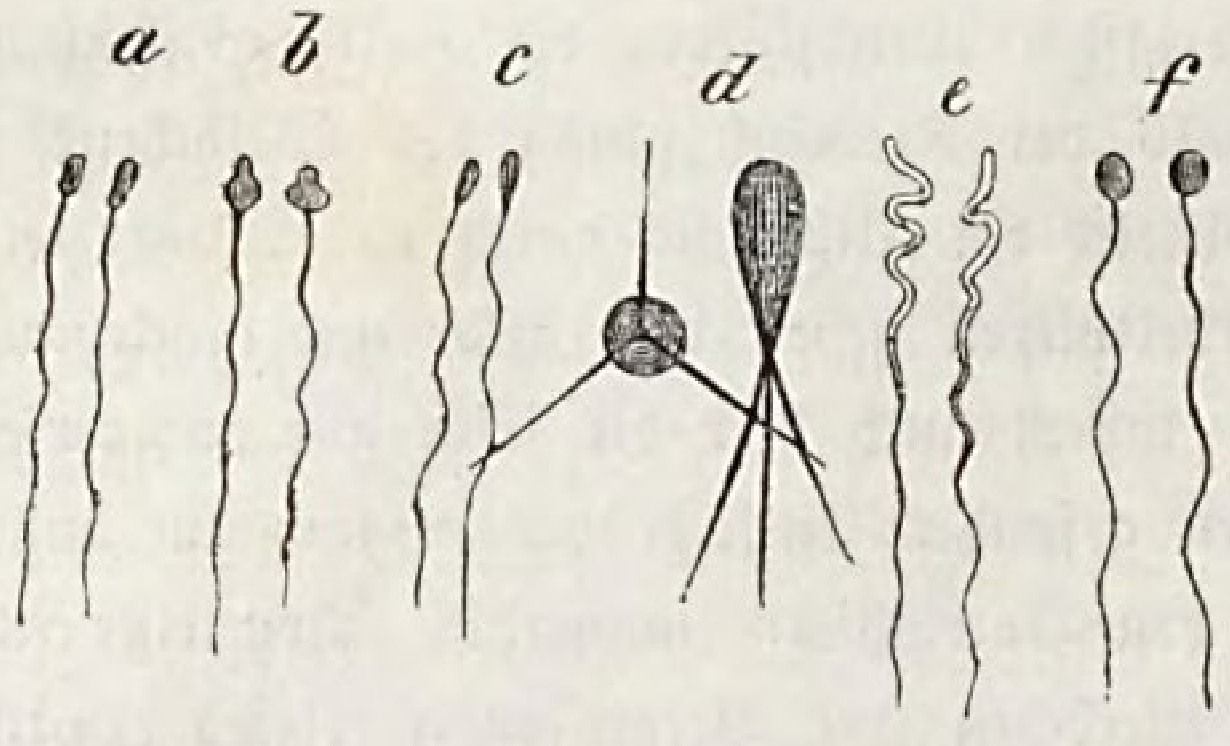


Fig. 1056. Spermatozoen. *

* a Von einem Blumenthiere (Actinia); b von einer Qualle (Rhizostoma); c von einem Kraken (Octopus); d von einem Krebse (Homarus); e von einem Vogel (Fringilla); f von einem Haarthiere (Ursus).

Quallen sind sie fast dreitheilig, bei den Blumenthieren länglich rund in der Mitte ein wenig eingeschnürt. In den Bläschen, an den Geschlechtskrausen der Männchen unter diesen letztern, findet man sie zahlreich zu gewissen Zeiten des Jahres. Sie gelangen ohne Zweifel durch die Strömungen des ausgeleerten und eingezogenen Wassers aus den Männchen in die Leibeshöhlung der benachbarten Weibchen.

Alle korallenbildenden Blumenthiere leben nur im Meere und fast einzig in warmen Gegenden. Die Kalkstöcke mancher wachsen im Laufe der Zeiten zu den ungeheuersten Massen empor und bilden, indem Sand, Kalkschlamm und Conchylienschalen, so wie Ueberreste anderer Seethiere die geblieben Zwischenräume ausfüllen, ganze Felsenklippen. Die meisten dieser Thiere leben nur in einer geringen Tiefe, manche nur in der Nähe der wellenschlagenden Oberfläche, da die Bewegung des Wassers zu ihrem Leben, wahrscheinlich der Athmung wegen, nothwendig ist und ihnen auch Nahrungsstoffe, faulige aufgelöste Pflanzentheile, Infusorien u. dgl. zuspült. Man nennt die durch das Wachsthum der Korallen entstandenen Felsen im Allgemeinen **Korallenriffe**. Diese befinden sich mitunter unmittelbar an den Felsenküsten des Meeres und heißen dann **Saumriffe**. Wo sich Klippenreihen von den Küsten auslaufend unter dem Meere forterstrecken, da erhöhen die Korallen diese allmählig bis zur Oberfläche. Solche Riffe, welche sich oft viele Meilen weit in die See hinausziehen und mitunter mehre Inseln mit einander verbinden, werden **Barrieren** genannt. Die merkwürdigsten Korallenriffe sind die kreisförmigen **Atolls**. Solche bilden sich häufig rings um eine Insel und machen mit der Zeit die Anfahrt zu derselben fast unmöglich. Wo unter dem Meeresspiegel ein noch überfluthetes Inselland oder ein aus der Tiefe emporragender Berggipfel sich befindet, da werden die Oberflächen derselben nicht selten von den Korallen allmählig so sehr erhöht, daß sie beim Ebbestande des Wassers sichtbar werden. Man kennt dergleichen Riffe, welche eine aus dem Meere hervorragende Klippenspitze in einem Kreise umgeben. Bisweilen entstehen solche Keisriffe dadurch, daß die Korallen sich auf dem ringförmigen Kraterrande eines untermeerischen Vulkanes ansiedelten. — Das Meer wirft auf die Korallenriffe Sandmassen und Muschelschalen, welche dieselben mehr und mehr erhöhen. So entstehen Inseln (Fig. 1057), oft viele in einer Reihe, durch seichte Meeresstrecken mit einander verbunden, oder ringförmige Inselgruppen, ja selbst völlig geschlossene Inselringe. Von den Fluthen herbeigespülte Früchte und Samenkörner ferner Küsten finden auf denselben eine Stätte, auf welcher sie keimen können. Die Insel begrünt sich und wird ein Wohnplatz der Menschen. Der **große Ocean** zwischen Asien und Amerika ist reich an Korallenriffen und an Inseln, welche durch solche entstanden sind. Besonders ausgezeichnet sind die Inselketten **Radack** und **Ralick** im Lord Mulgraves (sprich molgrevs) Inselmeere nordöstlich von Neuholland, und nicht minder die **Malediven** und **Laccadiven** im indischen Meerbusen.

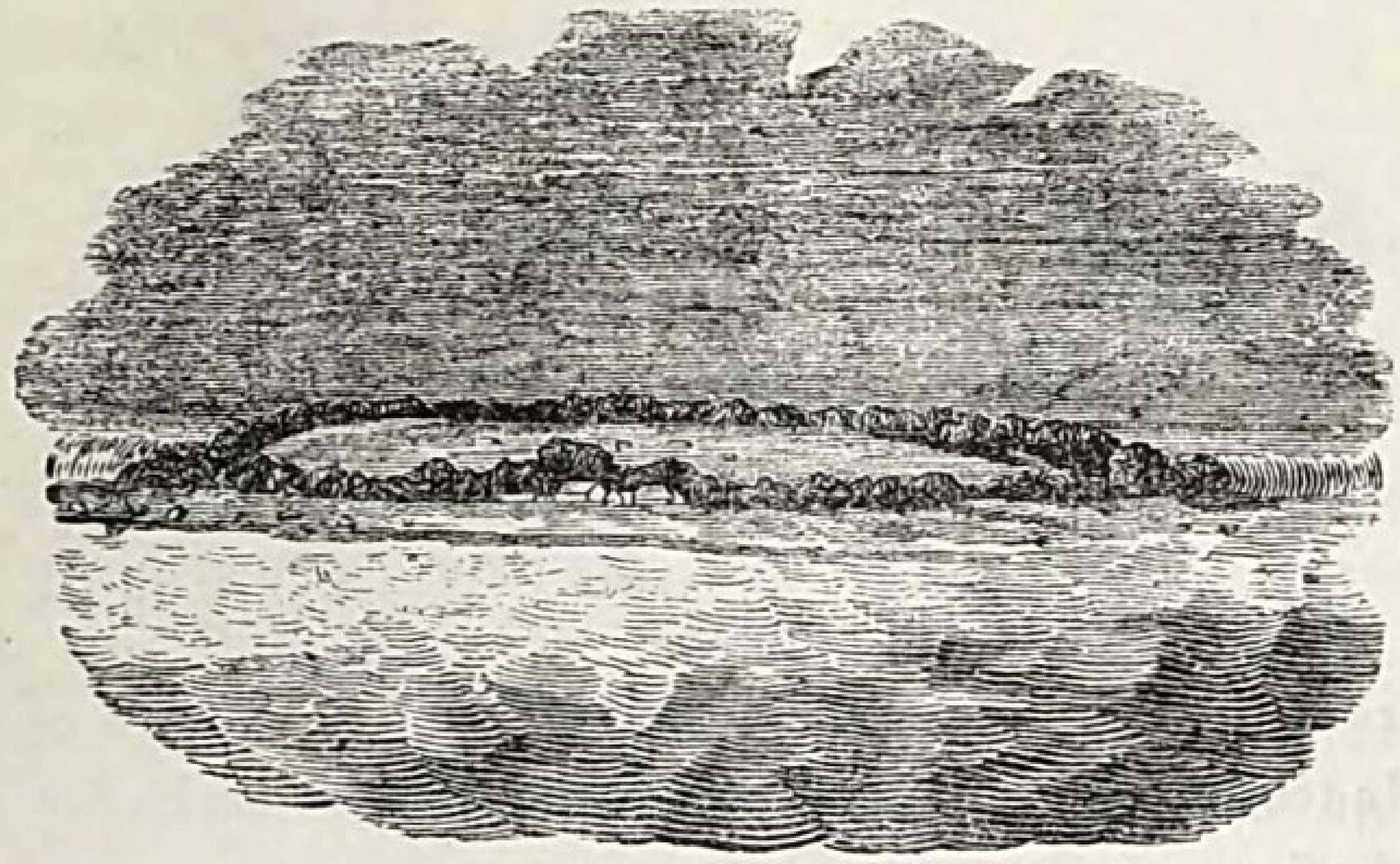


Fig. 1057. Eine Koralleninsel im großen Oceane.

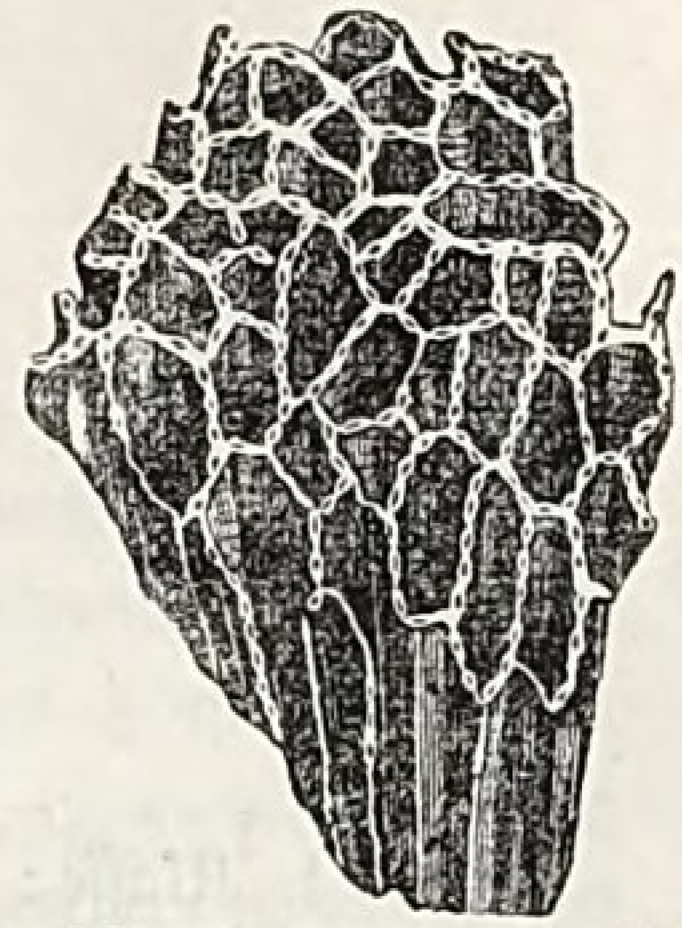


Fig. 1058. Catenipora escharoides. Aus der Uebergangsformation.

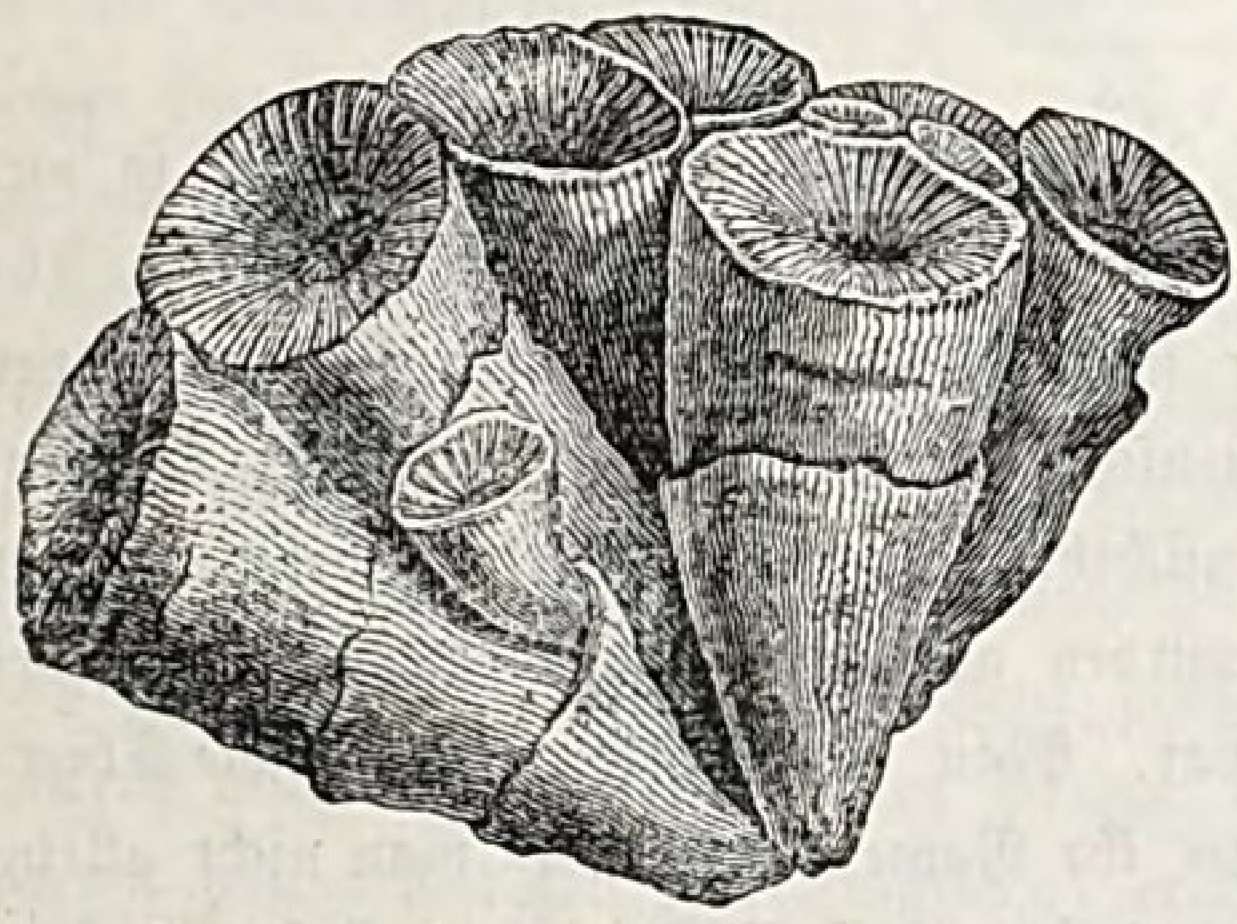


Fig. 1059. Cyathophyllum turbinatum. Uebergangsformation.



Fig. 1061 Caryophyllia. Aus der Pliocenformation.

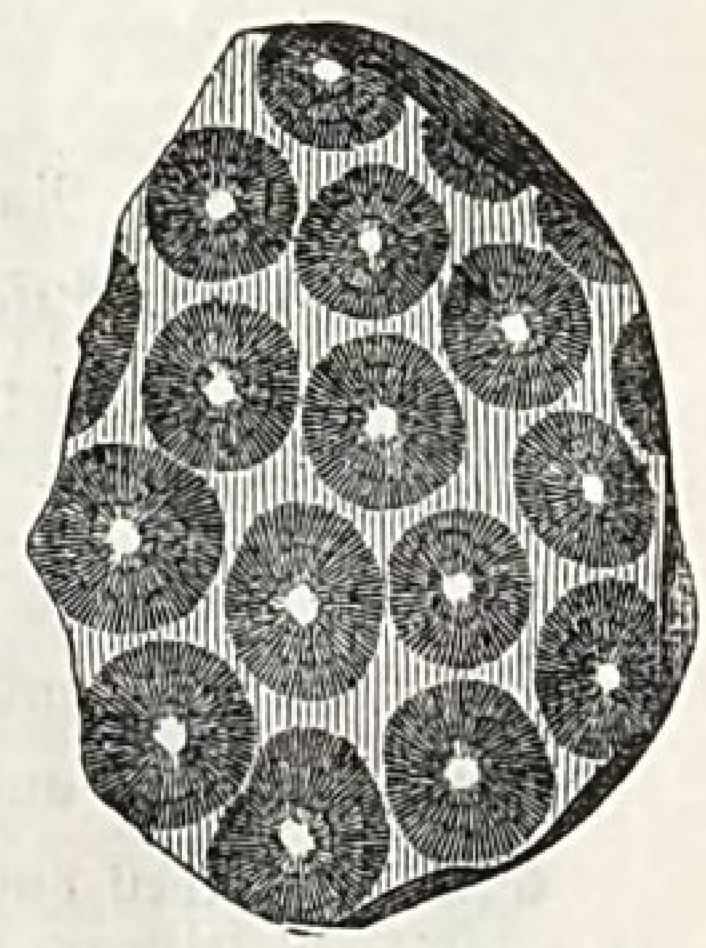


Fig. 1060. Astrea helianthoides. Aus dem Korallenkalke der Oolithform.

Die Kalkgerüste der Blumenthiere gehören zu den interessantesten Versteinerungen (Fig. 1058 — 1061). In den ältesten Perioden walten die Hexactinien vor. Man findet schon in den ältesten Uebergangsgebirgsschichten nicht nur einzelne *Pilzsterne* (Fungia), *Röhrenkorallen* (Calamopora, Catenipora u. s. w.), *Becherkorallen* (Cyathophyllum) und andere Stöcke, sondern auch ganze *Korallenriffe*. Die mächtigsten Felsenlager auf dem Harzgebirge, im Gebiete des Lahnflusses und in mehren andern Gegenden bestehen stellenweise, wie man hauptsächlich an entblößten und verwitterten Wänden sieht, ganz und gar aus Korallen, deren Zwischenräume durch andere Kalkmasse völlig ausgefüllt zu sein pflegen, so daß derartiger Korallenkalk auf den ersten Blick marmorartig feinkörnig oder dicht erscheint. Nur die unter tiefem Meere und fern von Küstengegenden gebildeten Kalkschichten, wie z. B. der Muschelkalk der Triasformation, pflegen keine Korallen zu enthalten. In der Oolithformation sind ausgezeichnete Lager von Korallenkalk in Norddeutschland und in England auf den Rücken von Hügelgebirgen verbreitet. Zur Kreideformation gehört ein höchst ausgezeichnetes Korallenriff auf der dänischen Insel Seeland bei der Stadt Faröe (Faröekalk). Tertiäre Korallenriffe sind im südlichen Rußland in den Umgebungen des schwarzen Meeres verbreitet. In den tropischen Gegenden sind nicht allein fast alle Küsten und Untiefen der Meere mit Korallen bedeckt, sondern Riffe, welche kaum den Fluthen entstiegen zu sein scheinen, bedecken auch die Berggipfel und Höhenzüge ganzer Länder z. B. gewisser Sundainseln und Neuhollands.

*

Uebersicht der Infusorien.

I. Klasse: **Foraminiferen.** Foraminifera (Rhizopoda).
II. Klasse: **Magenthiere.** Polygastrica.
III. Klasse: **Schwämme.** Spongina.

Mit dem Namen Infusorien oder Infusionsthierchen, welcher so viel bedeutet als „Aufgußthierchen", bezeichnet man eine außerordentlich zahlreiche Abtheilung des Thierreiches, deren Mitglieder sich größtentheils bis zur Erfindung der zusammengesetzten Mikroskope ganz der menschlichen Wissenschaft entziehen konnten, da ihre Kleinheit sie dem bloßen Auge unsichtbar macht. Dieselben beleben zwar alle fließenden und stehenden Gewässer, wurden aber zuerst in solchem Wasser bemerkt, welches auf Krautblätter gegossen war. Man vermuthete anfangs, die Thierchen entständen durch solche Aufgüsse; daher ihr Name. Jetzt weiß man nicht allein, daß dieselben allgemein verbreitet und keineswegs durch Zufälligkeiten entstehende, sondern ganz eigenthümlich organisirte und sich auf regelmäßige Weise fortpflanzende Geschöpfe sind. Es ist jedoch wohl zu bemerken, daß man früher zu den Infusionsthieren viele mikroskopische Pflänzchen, die Diatomeen und andere Algen, sowie alle Thiere von außerordentlicher Kleinheit rechnete, deren wir einige als Würmer (Räderthierchen, Kleisterälchen und Essigälchen) kennen gelernt haben; und daß man einerseits die unausgebildeten Jungen der Blumenthiere, Hohlthiere, Seesterne und Seeigel, obgleich sie in ihrer Organisation wirklichen Infusorien vollkommen ähnlich sind, von diesen wohl unterscheiden, andererseits aber mit letzteren eine Menge von kleinen Thierchen vereinigen muß, welche man früher zu einer weit höher organisirten Thierklassen, zu den Kraken, stellte, nämlich die Foraminiferen. — Es scheint allerdings, daß die Infusorien oft als unsichtbar feiner Staub in der Luft verbreitet sind, selbst mit den Dünsten der Meere, in Regenwolken und in Winden, weit über die Länder verbreitet werden. Es ist auch kein Zweifel, daß manche dieser Thiere ohne Schaden für ihre Lebensfähigkeit völlig eintrocknen und Jahre lang in solchem Zustande ausdauern können, und daß sie durch jedes Tröpfchen Wassers später wieder ins Leben zurückgerufen werden, und daher oft auf die überraschendste Weise plötzlich sich zeigen. Man hat aber noch nie beobachtet, daß sie wirklich von selber, elternlos entständen. Ihre sehr bestimmte Verschiedenheit, ihre eigenthümliche Verbreitung und die Beschränktheit ihres Lebens auf gewisse Gewässer u. s. w. lassen vielmehr vermuthen, daß auch bei dieser Abtheilung des Thierreichs nicht der Zufall walte.

I. Klasse. Die Foraminiferen.

Die Foraminiferen sind Thierchen, welche aus einer dotterartigen Substanz bestehen, die man neuerdings Sarkode benannt hat, keine erkennbare Spur einer innern Organisation besitzen, jedoch meistens eine Schale oder Hülse aussondern. In diese Hülse können sie ihre Masse völlig zurückziehen, doch ist dieselbe an einer mehr oder minder beträchtlichen Stelle offen und gestattet dort der Sarkode sich in unbestimmten Verlängerungen hervorzustrecken, welche sich unaufhörlich verändern, bald so lang werden, daß sie das sechsfache der Körperlänge erreichen und sich dabei wie Wurzelfasern verästeln (daher der Name Wurzelfüßler, Rhizopoda), bald wieder sich gänzlich einziehen, um wieder spurlos mit der übrigen Körpersubstanz zusammenzufließen. Die schalenlosen Amöbäen (Fig. 1062) verändern ihre Form unaufhörlich und gleichen bald einem kugelförmigen, bald einem zerronnenen Tröpfchen. Die Arcellinen tragen ein napf- oder krugförmiges kieseliges Panzerchen, welches die gallertartige Sarkodemasse nur unvollkommen umschließt. Bei den übrigen Foraminiferen ist die Oeffnung der Schalenhülse sehr eng, oft kaum sichtbar, wie das feinste mit einer Nadelspitze gestochene Loch, und unter dem Mikroskope bemerkt man meistens noch viele äußerst feine Löcher in der Wand der Hülse, woher sie den Namen Löcherthierchen (Foraminifera) erhalten haben. Die Hülse ist kalkig; ihre Form sehr verschieden, besonders dadurch, daß die meisten Foraminiferen nicht einzeln leben, sondern reihen- oder gruppenweise an einander gewachsen sind, indem ein Thier aus dem andern hervorsproßt. Da diese Aneinanderfügung auf eine höchst regelvolle, nach der Gestalt der Hülse des einzelnen Thierchens und der Lage der

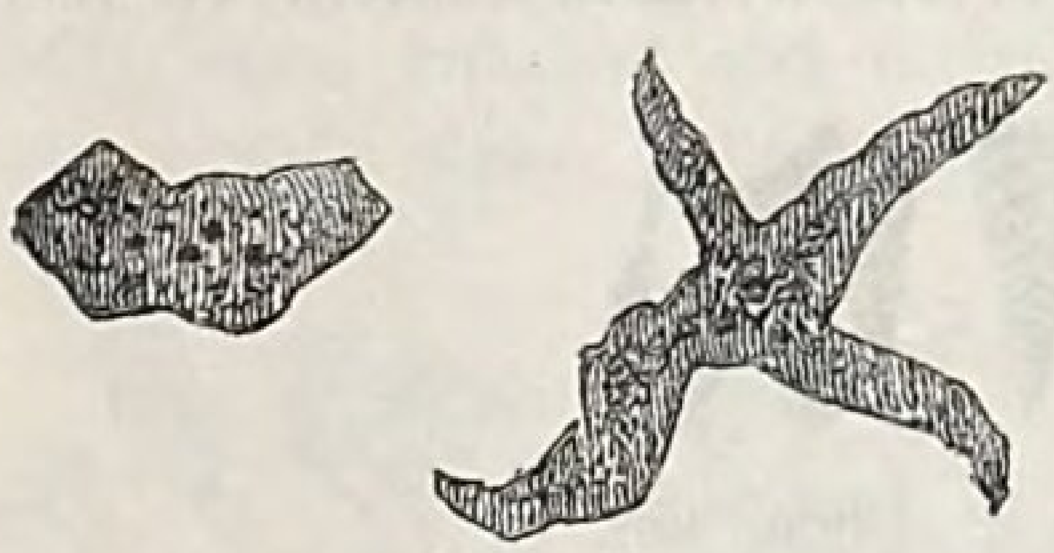


Fig. 1062.
Die wandelbare Amöba (Amœba diffluens)



Fig 1063. Cristellaria rotula.



Fig. 1064.
Dentalina sulcata.

Oeffnung an derselben verschiedene, Weise vor sich geht, so nehmen die Foraminiferenstöckchen häufig Formen an, durch welche man früher verführt werden konnte, dieselben für gekammerte Gehäuse krakenartiger Geschöpfe zu halten. Selten überschreitet die Größe solcher Stöckchen eine Linie und die einzelnen Kammern oder Hülsen sind oft kaum unterscheidbar. Man findet nur wenige in salzlosen Gewässern, und diese (die Arcellinen) sind nicht mit bloßen Augen sichtbar; bei Weitem die Meisten leben in den Meeren, dessen sandiger und schlammiger Grund in manchen Gegenden von ihnen wimmelt, ja nicht selten aus ganzen Ablagerungen ihrer Gehäuse besteht.

Nach der Form der Stöcke theilt man die Foraminiferen in sechs Ordnungen. Die Monostegier (Monostegia) oder Einzelbauer leben immer nur einzeln in einer napfförmigen, kugligen oder fläschchenförmigen Hülse. Die Stichostegier (Stichostegia) oder Reihenbauer bilden Stöckchen, indem eine Hülse sich auf die andere stellt, so daß eine gerade oder gebogene Reihe entsteht. Die Helicostegier (Helicostegia) oder Schneckenbauer bilden eine um sich selbst gewundene einfache Reihe. Die Entomostegier (Entomostegia) oder Kerbbauer stellen ihre Hülsen abwechselnd schief übereinander, so daß jede Hülse zwei frühere berührt, und rollen sich dabei auf wie die Schneckenbauer. Die Enallostegier (Enallostegia) oder Wechselbauer fügen sich in zwei oder drei Reihen abwechselnd auf und neben einander, ohne sich aufzurollen. Die Agathistegier (Agathistegia) oder Knäuelbauer legen sich um eine gemeinsame Axe in mehren verschiedenen Richtungen so herum, daß immer jede Hülse das frühere Gehäuse halb umfaßt.

Man kennt gegenwärtig etwa 1000 Arten lebender Foraminiferen, von denen nur gegen 80 in den kalten Gegenden der Erde vorkommen, während gegen 600 sich in den heißen Zonen allein aufhalten. So klein diese Geschöpfchen sind, so bedeutend sind sie durch ihre Vermehrung, welche ohne Zweifel nicht allein durch Knospenbildung, sondern auch durch Eier vor sich geht. Wie sie in den Gewässern mit der Zeit mächtige Ansammlungen bilden, so sind auch viele ausgedehnte Bodenschichten des Festlandes, zum Theil die festesten Felsen, fast ausschließlich durch die Gehäuse der Foraminiferen entstanden. In der Steinkohlenformation Rußlands an den Ufern des Dawinaflusses hat man ungeheure Kalklager gefunden, welche aus zahllosen Fusulinen (Fusulina), einem Geschlechte der Helicostegier, bestehen. Zahlreiche Arten finden sich in den Juraschichten man kennt mehre hundert Arten aus der Kreideformation und gegen 500 aus der Tertiärperiode (Fig 1063 — 1081). Die größten, aber ausgestorbenen, Foraminiferen sind diejenigen, welche man Nummuliten Pfennig- oder Linsensteine, nennt (Fig. 1082). Im Nummulitenkalke, welcher in den jüngsten Ablagerungen der Kreideformation in den wärmern Ländern bis zum



Fig 1065. 1066. 1067. 1068 1069. 1070. 1071.

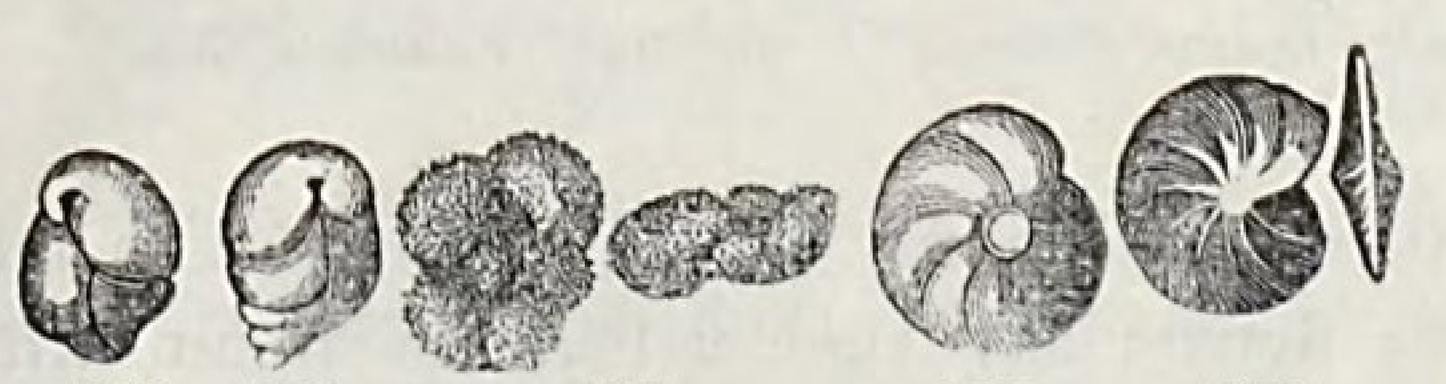


Fig. 1072 1073. 1074. 1075. 1076

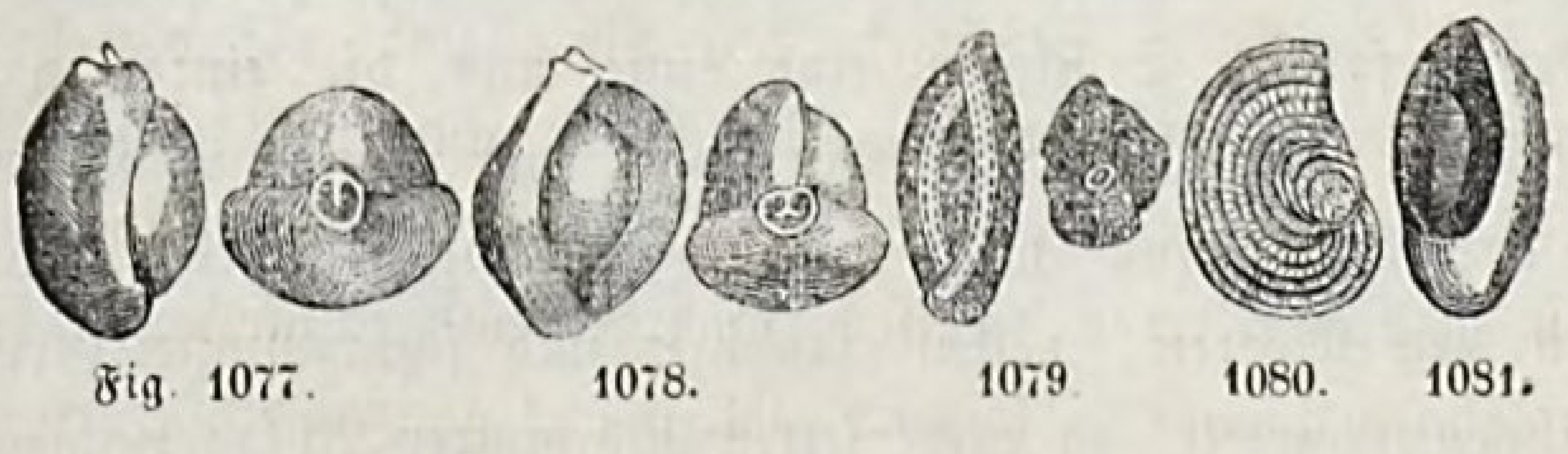


Fig 1077. 1078. 1079 1080. 1081.

Fig. 1065 — 1068 Stichostegier. 1071 — 1076, 1080 — 1081 Helicostegier. 1069 — 1070 Enallostegier 1077 — 1078 Agathistegier.

südlichen Deutschland verbreitet ist, bilden diese mitunter ganze Felsenschichten. Einige erreichen ½ Zoll Durchmesser; andere gleichen an Größe wie an Gestalt Linsen. Aus solchen bestehen einige Pyramiden Aegyptens, in deren Nähe sie sich häufig finden und von dem albernen Aberglauben früherer Zeiten für versteinerte Linsen (Ueberbleibsel von der Speise der frohndienstleistenden Juden) angesehen werden konnten. Der sogenannte Grobkalk der Eocenformation bei Paris besteht fast allein aus zahllosen winzigen Gehäusen der Gattung Miliola (Miliolitenkalk.) — Zur Erkennung des Alters der Bodenschichten bilden die Foraminiferen meistens nur ungenügende Anhaltspunkte, da die Merkmale der oft nah verwandten Gattungen leicht unerkennbar geworden sein können. —

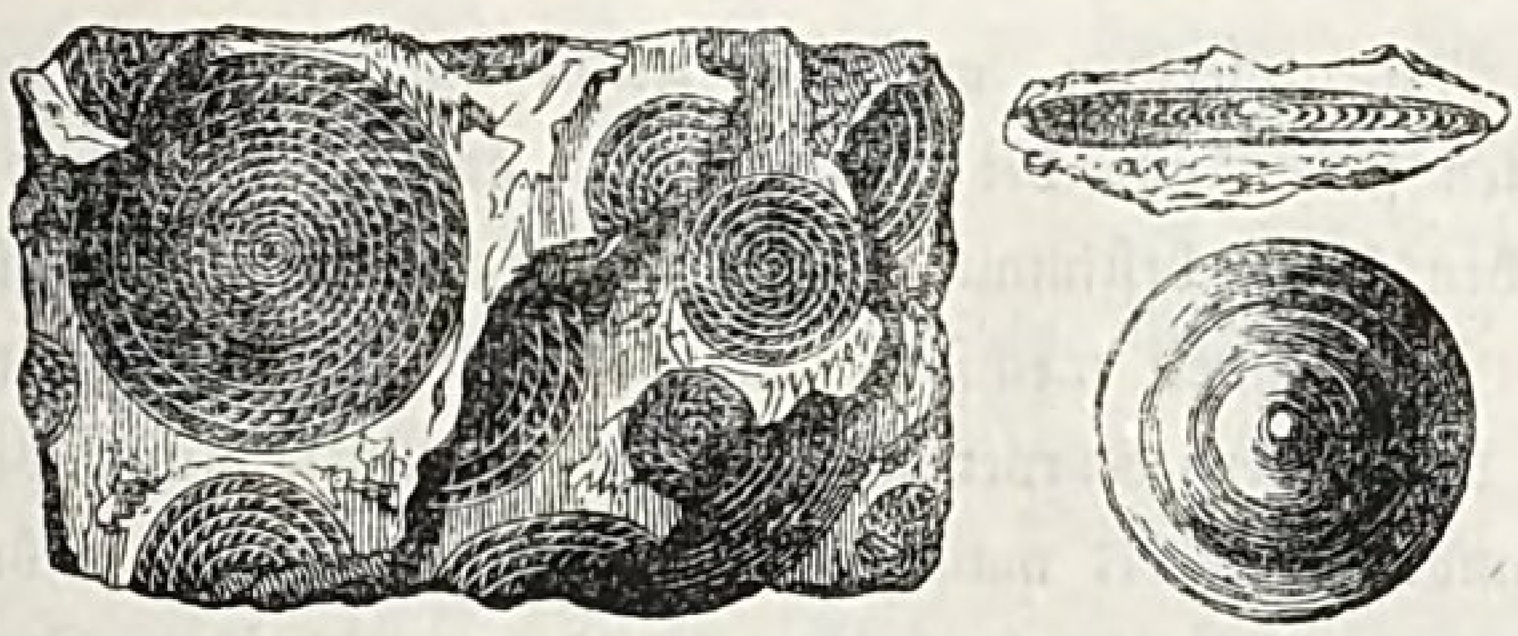


Fig. 1082 Nummulina assilinoides aus der Kreideformation; nat. Gr.

II. Klasse. Die Magenthierchen.

Die Magenthierchen (Fig. 1083) sind alle dem bloßen Auge unsichtbar. In einem einzigen Wassertröpfchen haben ihrer Hunderte, ja von einigen Gattungen Tausende Raum genug, frei umherzuschwimmen. Sie leben in allen wässerigen Flüssigkeiten, besonders auch in faulenden und gährenden Säften, selbst im Darmschleime vieler Thiere. Die einfachsten derselben, die Monaden (Monas) haben eine ganz einfach runde oder eiförmige Körperform. Andere sind länglich und veränderlich, indem sie sich bald zu vollkommenen Kügelchen zusammenziehen, bald lang wurmartig ausstrecken. Dabei sind die meisten äußerlich mit Flimmerhärchen besetzt, mit deren Hülfe sie sich strudelnd und wirbelnd, einige auch kriechend, fortbewegen (Fig. 1084). Der Körper aller Magenthierchen ist von eiweißartig schleimiger Substanz, mit vielen Fettkügelchen erfüllt und nur mit einer etwas zäheren Masse gleichartiger Substanz wie mit einer zarten Haut umhüllt. In der allgemeinen Körpersubstanz befinden sich zahlreiche Höhlungen, welche man als Magen betrachten kann, da dieselben sich offenbar mit Nahrungsstoffen füllen. Man sieht solche sehr leicht, wenn man einem Wassertropfen eine rothe oder blaue Farbe zusetzt, indem die Thierchen dann die Farbentheilchen in sich aufnehmen (Fig 1085). Bei den

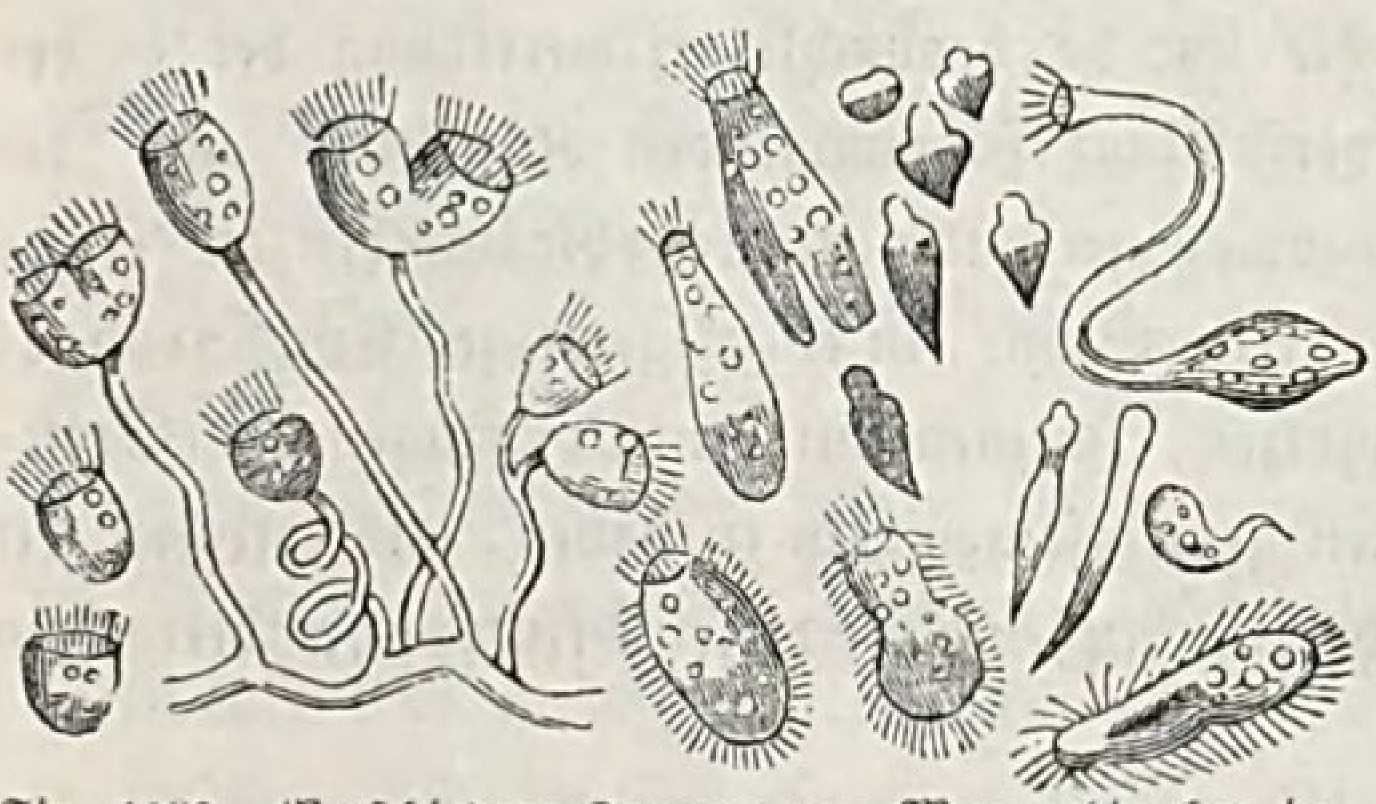


Fig. 1083. Verschiedene Formen von Magenthierchen in 200facher Vergrößerung.

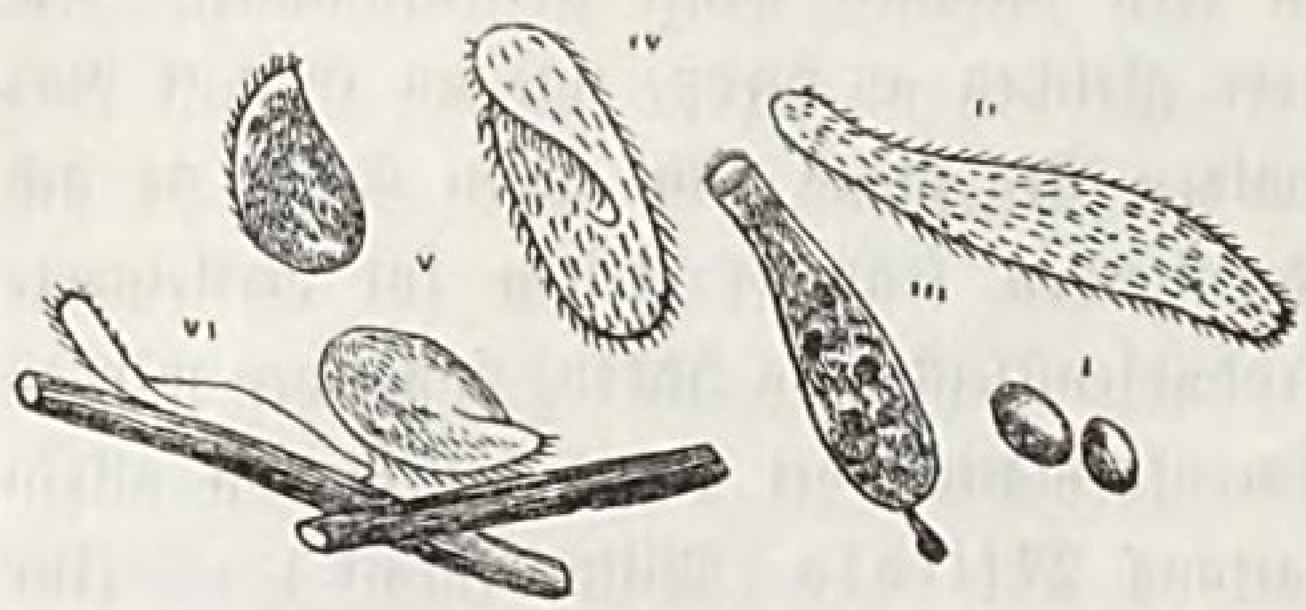


Fig. 1084. Magenthierchen *

* I Punktthierchen (Monas termo); II ein Halsthierchen (Trachelius anas); III ein Walzenthierchen (Enchelys); IV ein Pantoffelthierchen (Paramecium); V Busenthierchen (Kolpoda); VI ein Halsthierchen (Trachelius fasciola), auf mikroskopischen Stabalgen kiechend.

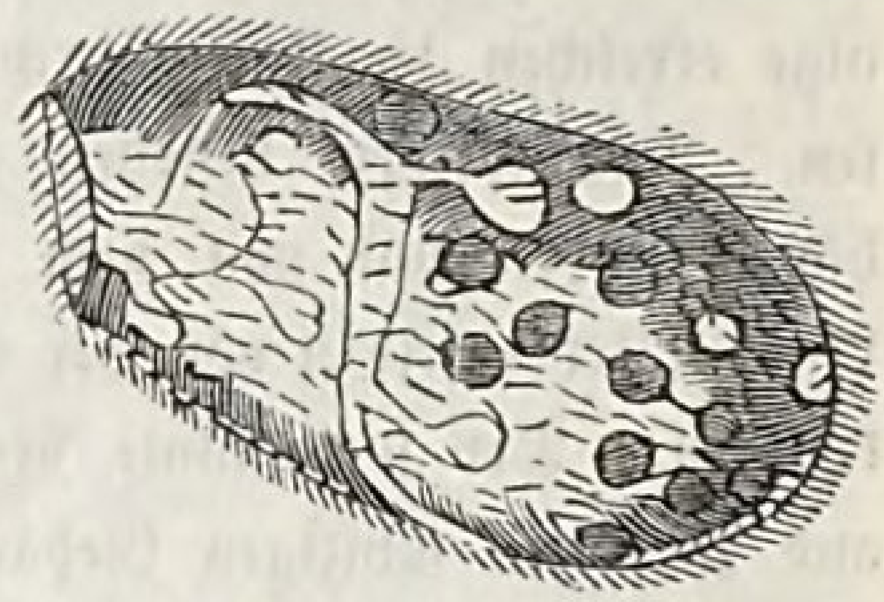


Fig. 1085. Das Wimperthierchen (Leucophrys patula); 200fach vergrößert.

unvollkommensten Magenthierchen, welche vielleicht nur als Junge von vollkommneren Arten zu betrachten sind, und bei welchen man gar keinen Mund entdeckt, haben diese Magenbläschen keine bestimmte Form und Lage, sondern bilden sich wie bei den Foraminiferen auf schnell wechselnde und unbestimmte Weise, wahrscheinlich nur als Einsackungen der äußern Körperhaut, welche die Aufsaugung der Nahrungsstoffe verrichtet. Bei andern bemerkt man einen bestimmten Mund, bisweilen sogar eine Art von Zahnapparat, und hier beobachtet man dann auch einen Darmkanal, welcher die Magenbläschen verbindet und sich wieder zum Munde zurückschlingt oder am entgegengesetzten Körperende ausmündet. Manche Gattungen tragen peitschenförmige, in hohem Grade an die Spermatozoen erinnernde, Anhängselchen (Fig. 1086) besonders gerade die, welche eines Mundes entbehren; es scheint, daß sie mit diesen Organen, durch eine umschwingende Bewegung, den Wechsel des ihre Haut bespülenden Wassers befördern. Die vollkommensten Magenthierchen, die Glockenthierchen oder Vorticellen (Fig. 1087), sind mit einem mehr oder minder langen Stiele angeheftet und rings um die Mundöffnung mit einem Kranze von Wimperhärchen versehen, mit deren Hülfe sie einen Strudel im Wasser erregen, um Nahrung in ihren Mund zu führen. Von Sinnes- und Athmungswerkzeugen ist nichts wahrzunehmen; ebenso wenig von einer Ciculation der Säfte, wenn man nicht eine hie und da beobachtete Umtreibung der in der schleimigen Körpersubstanz schwimmenden Kügelchen und die bisweilen wahrgenommenen pulsirenden Hohlräumchen als solche gelten lassen will. Alle Sinne, in ein allgemeines Empfindungsvermögen verschmolzen, scheinen mit den Vorgängen des Stoffwechsels nur einen gemeinsamen Sitz zu haben, als welchen wir die überall gleichartige Außenfläche dieser Geschöpfchen betrachten müssen.

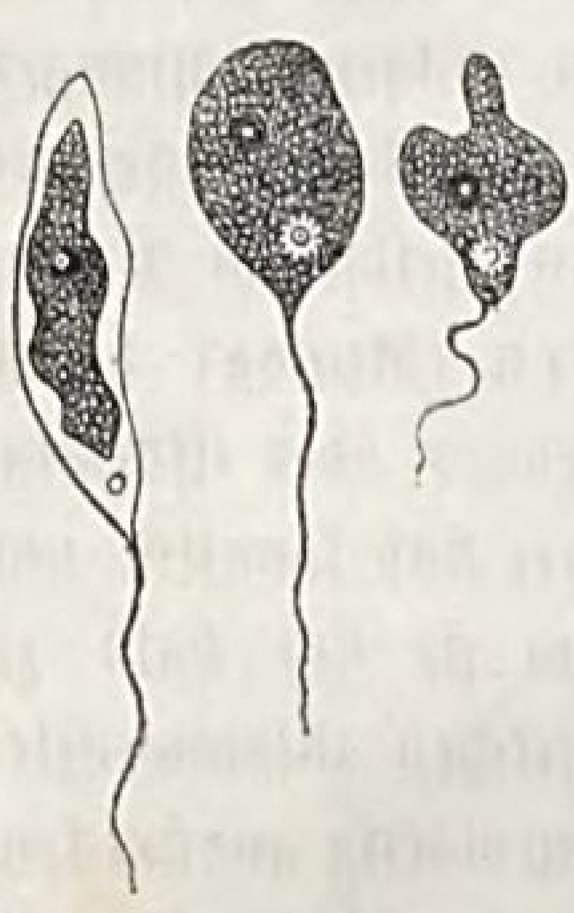


Fig. 1086. Der grüne Aenderling (Euglena viridis) in verschiedener Haltung; 200fach vergrößert.

Die Magenthierchen sind die Nahrung zahlloser kleiner Wasserthiere, z. B. der Polypen, der Moosthierchen, der Räderthierchen u. s. w.; das eingeschluckte Wasser selbst wird durch sie zur Nahrung. Ihre Vermehrung ist außerordentlich und geht, da jede Spur von Fortpflanzungsorganen fehlt, theils durch Knospenbildung, theils durch Selbsttheilung (Fig 1088) der Thiere vor sich. Die Vorticellen haben auch eine Art von Ammenbildung, indem sich diese Thiere absterbend in unbewegliche Körper verwandeln, innerhalb deren sich Keime zu neuen Vorticellen entwickeln, welche daraus hervorsprossen. Die Selbsttheilung kann nur vorkommen

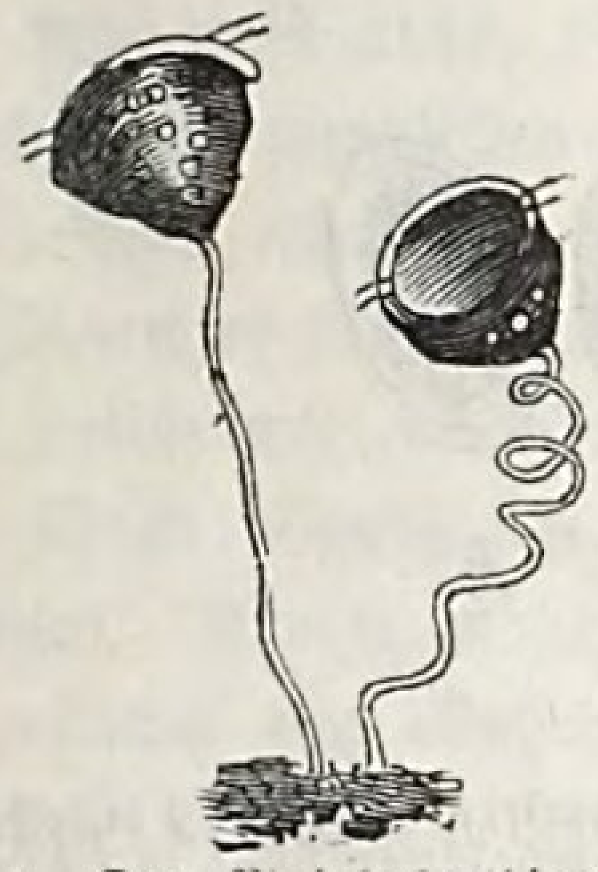


Fig 1087. Das Maiglockenthierchen. (Vorticella convallaria); 50fach vergr.

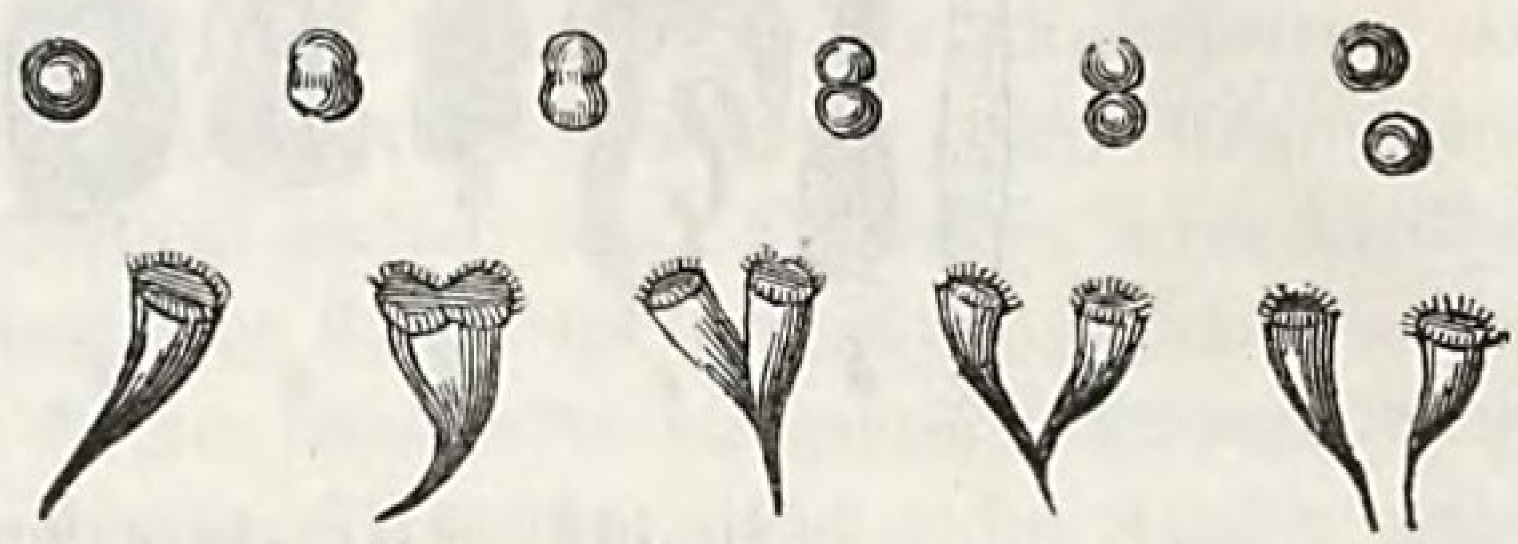


Fig. 1088. Selbsttheilung von Monaden und Vorticellen.

bei Thieren, welchen eigenthümliche Organe zu besondern Verrichtungen gänzlich fehlen, deren Körpertheile daher für sich allein, ohne Verbindung mit den übrigen, lebensfähig, d. h. zu allen Verrichtungen, von denen das Leben dieser Geschöpfe abhangt, fähig sind — bei Thieren, bei welchen eine Nerventhätigkeit nicht vorhanden, und bei welchen daher der Stoffwechsel, diese Ursache der Lebensäußerungen, gering ist, so daß die Ernährung einzig und allein zur Vermehrung der Körpermasse dient. Je höher das Nervenleben eines Thieres entwickelt ist, desto lebhafteren Stoffwechsels bedarf dasselbe, um die Körpermasse nur auf dem gleichen Standpunkte zu erhalten. Mit der völligen Entwicklung des Nervenlebens hört das Wachsthum des Körpers bei jedem Thiere, auch bei dem Menschen auf. Es liegt hierin der Grund der wunderbar bestimmten Grenze des Wachsthums jedes Thieres — welche, wie wir sehen, durch die Entwicklungsfähigkeit des Nervensystems bedingt ist. Die mit minder vollkommener Nerventhätigkeit begabten weiblichen Individuen der höhern Thierklassen allein sind fähig, Keime zu gleichartigen Wesen in sich zu erzeugen. Bei den niedern Thierklassen äußert sich diese Fähigkeit, welche man die bildende oder plastische Fähigkeit nennt, in der Erzeugung von Knospen oder Sprossen bei denjenigen Wesen zumal, welche nicht Eier erzeugen (Ammen). Bei den Infusorien endlich entstehen nie bloße Eier, sondern nur Knospen, oder die plastische Thätigkeit der Körpertheile ist so groß, daß jeder Theil einen andern gleichartigen zu erzeugen im Stande ist — ein Vorgang, auf welchem die Theilung beruht. Die letztere kann man leicht unter dem Mikroskope beobachten. Das Thier bekommt zuerst eine kerbförmige Einschnürung, dann trennen sich die beiden Hälften und jede erreicht wieder die ganze Vollständigkeit. Diese Theilungsfähigkeit ist also zugleich der höchste Grad des thierischen Reproduktionsvermögens. Eine eigenthümliche, höchst merkwürdige Abtheilung der Magenthierchen bilden die sogenannten Gregarinen (Fig. 1089), welche im Darmschleime mancher Insekten, Krebse und Würmer entdeckt worden sind. Diese Geschöpfe sind gleichsam kleine körnelige Dottermassen von sehr wechselnder Form, in welchen sich deutlich ein oder mehre Keimbläschen, hier Kernzellen genannt, erkennen lassen. Dieselben haben eine merkwürdige Art der Fortpflanzung, verbunden mit einer Begattung, bei welcher nicht bestimmte verschiedenartige Organe und Stoffe zweier Einzelwesen zusammenwirken, sondern zwei Thiere selbst sind es, die sich völlig vereinigen und dadurch zu einem fortpflanzungsfähigen Wesen werden. Zwei Gregarinen legen sich mit ihren Sarkodemassen zusammen, werden zu einem Doppelthiere, welches eine gemeinsame Hauthülle bekommt, und in dessen Substanz sich sodann zahlreiche Zellen entwickeln, indem durch eine Art Gerinnung dichtere

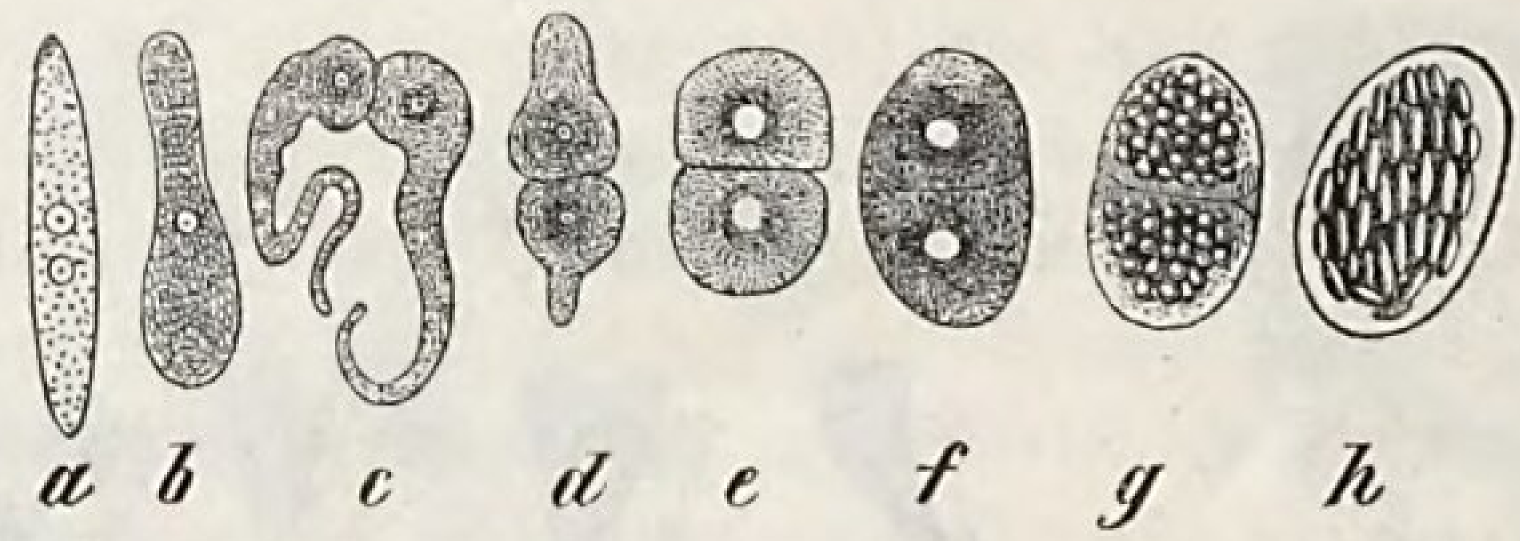


Fig. 1089 Gregarinen (Gregarina). *

* *a* u. *b* Einzelne Gregarinen mit ihren Kernzellen; *c* zwei zusammengelegte Thiere; *d* dieselben mehr zusammengezogen; *e* beide zu einem Doppelthiere vereinigt; *f* dieselbe in gemeinsamer Hülle in einander verschwimmend; *g* aus der körnigen Masse beider Thiere sind viele Zellen gebildet; *h* die Zellen sind spindelförmig geworden; von den beiden Thieren *c* ist nur die gemeinsame Hülle geblieben.

Häufchen entstehen, deren jedes sich mit einer Hülle von den übrigen absondert. Die neuentstandenen Zellen nehmen schließlich eine Form an, in welcher sie im höchsten Grade an die Cercarienschläuche der Egelwürmer (Fig. 461) erinnern; sie lassen sich sogleich als junge Gregarinen erkennen, deren weitere Ausbildung man jedoch noch nicht beobachten konnte. Die Fortpflanzung der Gregarinen durch völlige Verschmelzung zweier Wesen, welche ihrer Körperbildung nach viele Uebereinstimmungen mit den letzten Bestandtheilen der Gewebe aller höhern Thiere darbieten, möchte immerhin dienen können, uns über die Zeugung durch Begattung der höhern Thiere, bei welcher ohne Zweifel eine Einwirkung von den Zellen des männlichen Befruchtungsstoffes (Spermatozoen) auf die Keimzelle des weiblichen Eies stattfindet, eine Vorstellung zu machen. — Viele eigenthümliche und oft zum Aberglauben gemißbrauchte Erscheinungen entstehen durch eine plötzliche, durch besondere Gunst der Witterung oder anderer Umstände veranlaßte Vermehrung der Magenthierchen. So die rothe, grüne oder blaue Färbung von Gewässern. Auch das Leuchten der Wellen, welches das Weltmeer in schönen Sommernächten zu einem so zauberisch prachtvollen Anblicke macht, wird hauptsächlich von Magenthierchen verursacht, deren Millionen leuchtende Pünktchen dem ganzen Wasser einen phosphorischen Schimmer verleihen. Die außerordentliche Einfachheit der Organisation, welche wir bei den Magenthierchen wahrnehmen und durch welche dieselben gleichsam den Grundbestandtheilen aller Gewebe höherer Geschöpfe, einfachen Zellen oder Zellenhäufchen, sowie insbesondre den Embryonen der Strahlthiere zu vergleichen sind, dürfte uns zu der Vermuthung führen, daß das Schöpfungsalter dieser Thierklasse bis in die frühesten Perioden der Erde zurückreiche. Allein es fehlen hiefür sichere Beweise. Nur der Feuerstein der Kreideformation hat bis jetzt mit Deutlichkeit verkieselte Hülsen eines Thierchens von dem Geschlechte Peridinium erkennen lassen.

III. Klasse. Die Schwämme.

Der gemeine Badeschwamm (Fig. 1090) ist ein bekanntes Erzeugniß der unvollkommensten Geschöpfe, welche man zum Thierreiche rechnet.

Die Schämme oder Spongien sind vielgestaltige, festsitzende, elastisch weiche, in frischem Zustande schleimig klebriae Massen eines porösen, filzig faserigen Gewe=

des. Man weiß nicht, ob man die ganzen Massen für Thiere halten soll, oder ob sie aus einer unendlichen Zahl von solchen zusammengewachsen sind, wie Korallenstöcke. Man erkennt in ihnen keine Spuren einer regelmäßigen Organisation. Ein kalkig kieseliges Netzgewebe von feinen Faserchen ist erfüllt mit äußerst kleinen Körnchen, welche mit eiweißartigem Schleime umhüllt sind. Es scheinen in den Theilchen dieser Masse Bewegungen, fadenförmige Dehnungen und Wiedereinziehungen statt zu finden. Einige große offene Röhren durchziehen die ganzen Schwammgewächse und gestatten dem Wasser freien Eintritt (Fig. 1091). Aus diesen Kanälen werden zu Zeiten Körperchen hervorgespült, welche Magenthierchen ähneln, am Vordertheile zitternde Flimmerhärchen tragen (Fig. 1092), mit deren Hülfe sie sich schwimmend bewegen, und nach einigen Tagen sich festsetzen und dann zu jungen Schwämmen entwickeln, welche äußerst schnell wachsen. Es entstehen Löcher und Kanäle in der sich immer unförmlicher gestaltenden Gallerte des Körpers, durch welche das Wasser unaufhörlich fließt, es entwickeln sich in derselben zahlreiche hornige Fäden und durchkreuzen sich büschelweise. Wo mehrere Keime sich nahe bei einander festsetzen, wachsen ihre Schwämme zu einer Masse zusammen. Das Netzgewebe dieser Massen ist gebildet aus zahllosen, sehr kleinen länglichen, an beiden Enden zugespitzten Nadeln (spiculæ) mit einem Ueberzuge von Kieselerde oder Kalk, bald völlig glatt, bald mit rauhen Auswüchsen, meistens in Gruppen vereinigt.

In den Meeren besonders der warmen Erdtheile findet man eine große Menge verschiedenartiger Schwämme, mit oft sehr regelmäßigen knollen-, kugel- oder säulenförmigen, auch kreisel- oder pilzförmigen Gestalten. In Teichen und Flüssen finden sich ebenfalls Schwämme (Spongilla), jedoch nur kleine Massen, welche die Stengel von Wasserpflanzen zu überziehen pflegen.

Alle Schwämme sind in hohem Grade geeignet, sich als Versteinerungen zu erhalten, indem dieselben von dem kalkhaltigen Meerwasser in den Poren ihres Ge-



Fig. 1090. Der gemeine Badeschwamm (Spongia marina); — $^1/_{10}$ d. nat. Gr.

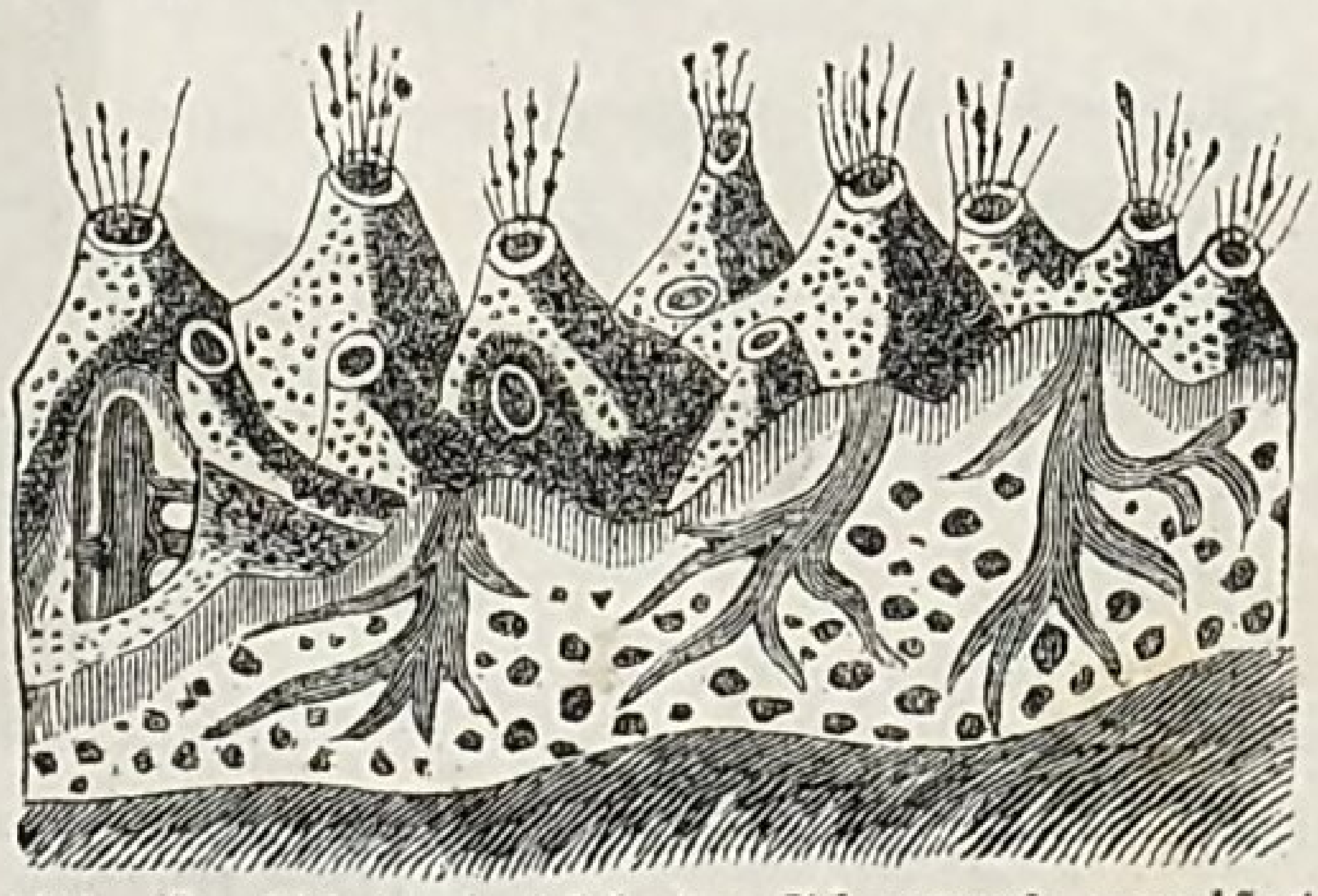


Fig. 1091. Durchschnitt eines lebenden Schwammes; vergrößert.

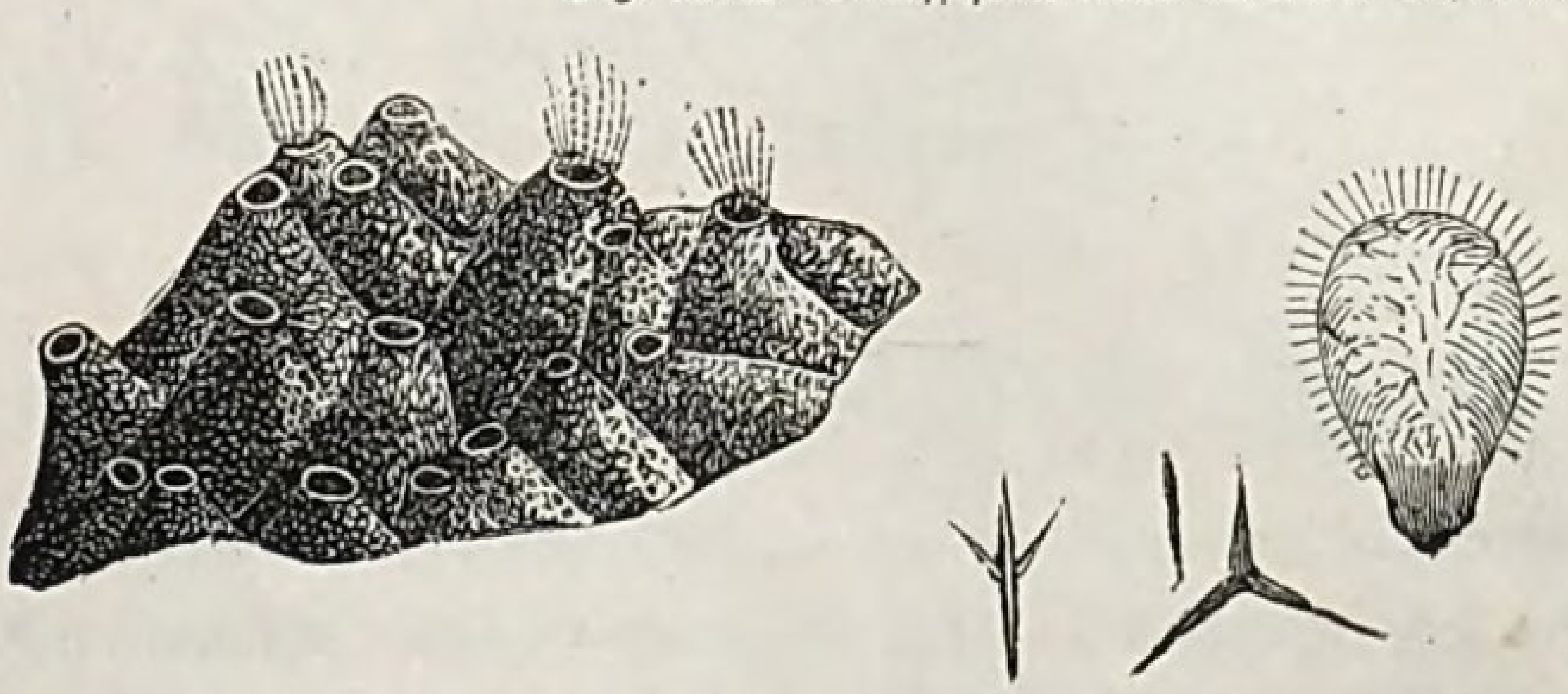


Fig. 1092. Aeußere Oberfläche eines Schwammes nebst Kieselnadeln und Keimkörperchen; vergrößert.

webes mit Kalk angefüllt und dadurch in Steinmassen verwandelt werden, deren Bildung man sehr wohl erhalten findet, wenn man die Kalkmasse mit Salzsäure herausätzt. Sehr häufig sind auch verkieselte Schwämme in den Bodenschichten anzutreffen. Schon die primären Formationen enthalten deren sehr häufig die schönsten Exemplare, und alle spätern Gebirgsschichten sind nicht minder reich an solchen (Fig. 1093 u. 1094). Unter dem Mikroskope erkennt man in vielen Erdarten, besonders in solchen Ablagerungen, welche in Seen oder Sümpfen, sowie in Flußthälern angeschwemmt sind, die Kieselnadelchen von Schwämmen, sogenannte Spongolitharien (Fig. 233 n).

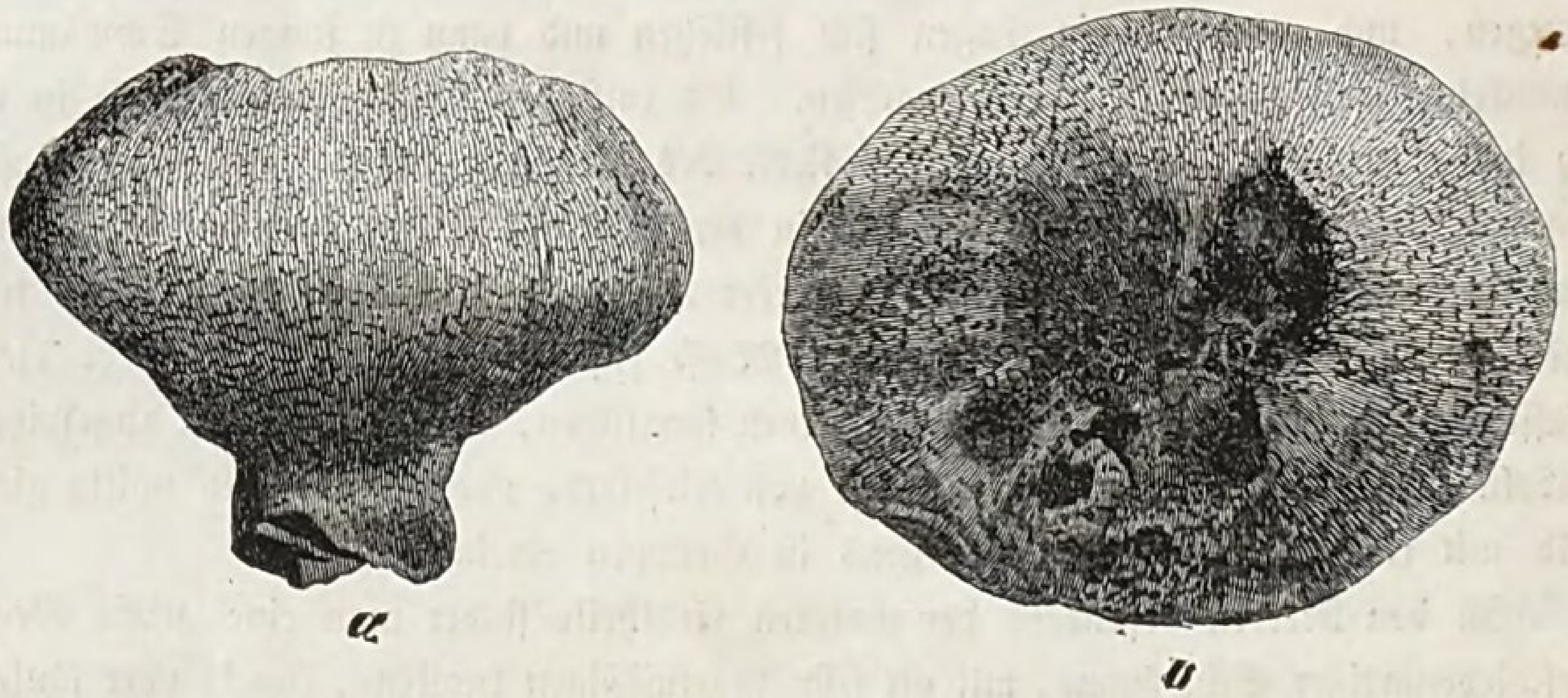


Fig. 1093. Fossiler Schwamm (Siphonia punctata); — a Profilansicht; b obere Fläche; aus den obersten Schichten der Kreideformation.

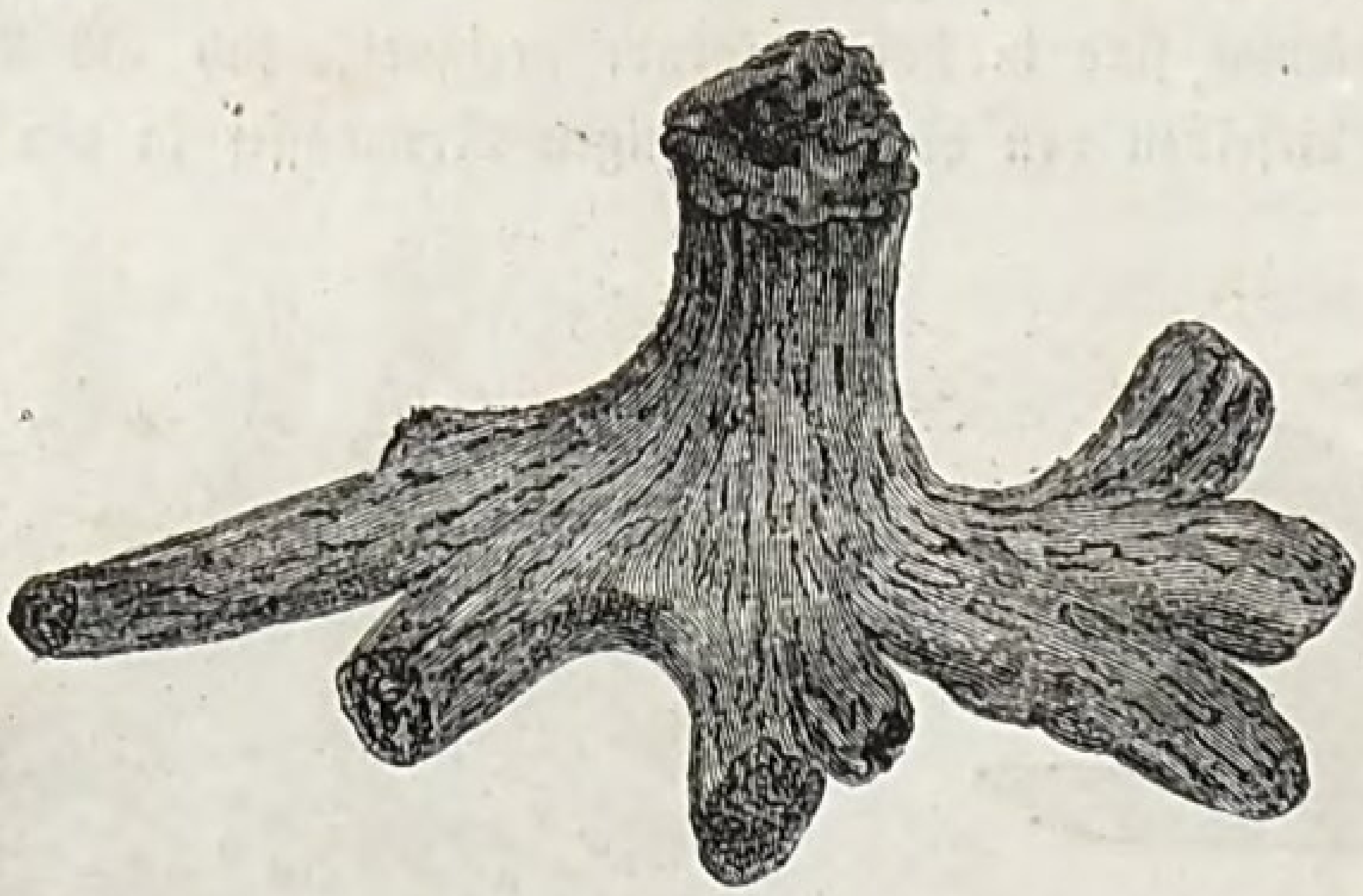


Fig. 1094. Fossiler Schwamm (Siphonia cervicornis); aus den obersten Schichten der Kreideformation (Bruchstück).

Vierter Abschnitt.

Die Naturgeschichte der Pflanzen

oder

Botanologie

(Botanik).

Uebersicht der Pflanzen im Allgemeinen.

Erste Abtheilung: Pflanzen mit unvollkommenem Samen: **Keimpflanzen.**
Acotyledoneæ.

Zweite Abtheilung: Pflanzen mit vollkommenem Samen: **Samenpflanzen.**
Cotyledoneæ.

*

Die Keimpflanzen.

I. Reihe:	II. Reihe:	III. Reihe:	IV. Reihe:
Pilze oder Pflanzenschwämme.	**Algen.**	**Moose.**	**Farren.**
Mycetes.	Algæ.	Musci.	Filices.

Uebersicht der Pilze.

I. Klasse: Einzellige Pilze (Staubpilze). Coniomycetes.
II. Klasse: Flockenpilze. Hyphomycetes.
III. Klasse: Bauchpilze. Gasteromycetes.
IV. Klasse: Kernpilze. Pyrenomycetes.
V. Klasse: Hautpilze. Hymenomycetes.

I. Klasse: Die einzelligen Pilze.

So entschieden die Begriffe Thier und Pflanze sich von einander zu entfernen, ja sich einander entgegen zu setzen scheinen, wenn wir bei der Vergleichung das Wesen eines der vollkommeneren Thiere und einer der Culturpflanzen unserer

Aecker oder Wälder im Sinne haben, so schwierig ist es, über den Unterschied zwischen Pflanzenreich und Thierreich eine überall stichhaltige Erklärung zu geben, sobald man zu den unvollkommensten Ordnungen beider Naturreiche hinabsteigt. Unter denjenigen Pflanzenklassen, welche wir zuerst unserer Betrachtung unterziehen wollen, weil die Vorgänge, innerhalb deren das Leben der Gewächse sich bewegt, bei diesen in äußerster Einfachheit erscheinen und somit unserer Beobachtung und Erkenntniß zugänglicher sind, bieten sich uns mannigfaltige Verhältnisse dar, welche an das thierische Leben der Infusorien erinnern. Mehr, als in irgend einem Gebiete der Naturgeschichte, haben wir uns hier vor Täuschungen zu hüten, vorgefaßte Meinungen oder vorzeitig aufgestellte Behauptungen mit Zweifel zurückzuweisen und uns einzig treu an beobachtete Thatsachen zu halten.

Die Pilze oder Schwammpflanzen sind größtentheils so unscheinbar, ja meistens so unsichtbar klein, daß nur die vollkommensten unter ihnen dem Menschen auffallen. Jeder weiß von den Champignons, Steinpilzen, Pfifferlingen, Morcheln und Trüffeln; allein von den zahllosen Schimmelarten, welche uns stets ein Zeichen der Verderbniß der Speisen sind, auf welchen wir sie antreffen, weiß Mancher nicht, daß auch sie zu den Pflanzen, und zwar zu den Pilzen zu rechnen sind, und von den zahllosen Kernpilzen und Staubpilzen, von denen fast jedes Blatt und jeder Halm wimmelt, ahnen die Meisten selbst das Dasein nicht, so auffallend und fühlbar auch die „räthselhaften" und „unbegreiflichen" Erscheinungen sind, durch welche das massenhafte Zusammenwirken einer unzählbaren Menge dieser für das bloße Auge gar nicht existirenden Pflänzchen sich nicht selten kund gibt.

Die Gährung. Bringt man in eine Auflösung von Zucker in Wasser (z. B. 1 Loth Honig in 8 Loth Wassers gelöst) eine, wenn auch nur geringe, Menge von faulendem Käse oder Fleisch, Blut, Eiweiß oder andern Substanzen von ähnlicher chemischer Mischung, so bemerkt man bei einer mäßigen Temperatur (18—24° C.) bald (bei Anwendung von Rohrzucker erst nach längerer Zeit) zahlreiche Gasbläschen, welche in der Flüssigkeit entstehen und vermöge ihrer Leichtigkeit zur Oberfläche emporsteigen. Die Luftart, welche sich in einer Flasche auffangen läßt, weist sich bei der einfachen Probe, daß man die Mündung der Flasche über eine Lichtflamme neigt, als Kohlensäure aus, indem sie herausfließend das Verlöschen der Flamme bewirkt. Nachdem die Entwicklung der Luftbläschen aufgehört hat, findet man durch den Geschmack sehr leicht, daß die Flüssigkeit nicht mehr Zucker, sondern Alkohol (Weingeist) enthält, indem dieselbe nicht mehr süß, sondern branntweinartig schmeckt und berauschend wirkt. Den beschriebenen Vorgang nennt man eine Gährung; derselbe beruht auf einer Zersetzung der in der Flüssigkeit enthaltenen Mischungen.

Die Fäulniß ist selber eine ganz ähnliche Zersetzung. Das faulende Fleisch besteht der Hauptmasse nach aus dem sogenannten Faserstoffe oder Fibrin, der Käse aus Käsestoff oder Casein, das Eiweiß aus Eiweißstoff oder Albumin. Fibrin, Casein, Albumin sind Mischungen aus Carboneum, Oxygenium, Hydrogenium, Nitrogenium nebst wenigem Schwefel und Phosphor. Die Fäulniß dieser Mischungen besteht darin, daß die genannten Elementarstoffe sich von einander trennen und paarweise in höchst einfachen Verhältnissen zu mehreren neuen Mischungen

vereinigen. Schwefel und Phosphor vereinigen sich mit einem entsprechenden (S. 6) Theile des Hydrogenium zu Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff, welche als übelduftende Luftarten aufsteigen. Nitrogenium vereinigt sich mit einem andern Theile des Hydrogenium und bildet Ammoniak, welches, ebenfalls sehr übelduftend (stechend), sich seinerseits wieder verbindet mit Kohlensäure, deren Bildung durch die Vereinigung des Carboneum mit einem Theile des Oxygenium vor sich geht. So entsteht kohlensaures Ammoniak, welches großentheils sich ebenfalls verflüchtigt. Endlich bildet sich aus dem Reste des Hydrogenium und Oxygenium eine gewisse Menge Wassers; in diesem bleibt ein Theil des kohlensauren Ammoniaks, wenigstens bei mäßiger Temperatur, aufgelöst.

Bei dem oben angeführten Versuche werden wir, wenn irgend die angewandte Menge faulenden Stoffes nicht zu gering war, nach vollendeter Gährung am Boden des Gefäßes einen Rückstand desselben in Form einer schwarzbraunen Masse vorfinden. Dieser Rückstand, in welchem die Fäulniß noch nicht vollendet ist und daher die so eben dargelegte Zersetzung noch fortwährend vor sich geht, heißt Moder oder Humus.

Nicht alle Kohlensäure, welche sich aus der gährenden Flüssigkeit entwickelte, war aus der faulenden Beigabe entstanden. Der Zucker, welchen man aus dem Zuckerrohre gewinnt, besteht aus Carboneum, Hydrogenium und Oxygenium, in solchem Verhältnisse, daß auf sechs Verhältnißmengen (S. 15) des ersteren je fünf der beiden andern Stoffe kommen $= C^6 H^5 O^5$. Dieser Zucker nimmt bei der Gährung zunächst noch eine Verhältnißmenge Wassers (HO) in seine Mischung auf und geht somit über in diejenige Zuckerart, welche den Honig bildet (Krümmelzucker) $= C^6 H^6 O^6$. Solchen Zucker enthielt also die der Gährung überlassene Flüssigkeit. Der Alkohol, welchen dieselbe dagegen nach Beendigung der Gährung enthält, besteht aus Carboneum, Hydrogenium und Oxygenium, wie der Zucker, aber in einem andern Verhältnisse, nämlich $= C^4 H^6 O^2$. Es sind also zwei Verhältnißmengen des Carboneums nebst vier Verhältnißmengen des Oxygeniums im Alkohol weniger enthalten, als im Zucker. Diese Verhältnißmengen, $C^2 O^4$, sind aber gerade gegenseitig genügend zur Bildung von Kohlensäure ($2\, CO^2 = C^2 O^4$). Wir erkennen nun die Quelle der großen Menge von Kohlensäure, welche sich bei der Gährung entwickelt:

Der Zucker ist zersetzt in	Alkohol	und	Kohlensäure.
CCCCCC	CCCC		CC
OOOOOO	OO		OOOO
HHHHHH	HHHHHH		

Fibrin, Casein und Albumin, Substanzen von höchst ähnlicher quaternärer, d. h. aus 4 wesentlichen Elementarstoffen bestehender Zusammensetzung und nebst dem ganz nahe verwandten Leimstoffe, Kleber, Legumin u. a. m., auch wohl Proteinsubstanzen genannt, werden nur durch die Thiere und Pflanzen und auf eine künstlich nicht nachahmbare Weise erzeugt. Nur unter dem Einflusse des Thierlebens und des Pflanzenwachsthumes kann die höchst zusammengesetzte Mischung derselben existiren. Es sind alle diese Substanzen im höchsten Stande geneigt, sich freiwillig zu zersetzen, in Fäulniß überzugehen. Fäulniß ist ansteckend; d. h. auf eine, uns immerhin noch räthselhafte Weise, erhalten solche Substanzen, welche mit faulenden, sich zersetzenden, Mischungen in Berührung kommen, ebenfalls die größte

Neigung, sich zu zersetzen. So veranlaßt die faulende Beigabe die Gährung der Zuckerlösung: die Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure.

Alle süßen Pflanzensäfte — Birkensaft, Ahornsaft, Traubensaft, Obstsaft, Johannisbeer- und Stachelbeersaft, Möhren- und Runkelrübensaft u. s. w. — enthalten Zucker, entweder Rohrzucker oder Krümmelzucker, letztern z. B. vorzugsweise der Traubensaft, woher auch die Benennung Traubenzucker. Alle Pflanzensäfte enthalten aber auch eine größere ober geringere Menge von irgend einer Proteinsubstanz. Es bedarf nur, daß man z. B. Möhrensaft bis zum Sieden erhitze, um eine solche Substanz durch Gerinnung sich darin abscheiden zu sehen. Es ist Eiweiß, Albumin, welches in dem Safte gelöst war und ganz wie das Eiweiß in einem Ei durch Siedhitze unlöslich wird. Durch Abfiltrirung kann man diese Substanz von der Flüssigkeit sondern, und bald wird man die beginnende Fäulniß spüren. Es ist hieraus begreiflich, daß solche Säfte bei mäßiger Temperatur (Seite 16 unten) von selber in Gährung übergehen: es faulen die Proteinsubstanzen und ihre Fäulniß steckt den Zucker an, welcher somit in Alkohol und Kohlensäure zerlegt wird.

Traubensaft, Möhrensaft, die zur Bereitung des Bieres erforderliche Abkochung des Gerstenmalzes und alle ähnliche Flüssigkeiten gehen von selber in Gährung über. Traubensaft, durch ein Filter gepreßt, im ersten Augenblicke klar und wasserhell, beginnt schon nach einer halben Stunde Farbenspiel zu zeigen und trübe zu werden. Während der Gährung erzeugt sich, bei niederer Temperatur am Grunde der Flüssigkeit, bei höherer Temperatur an der Oberfläche, eine graugelbe, trübe Masse, welche unter dem Namen Hefe allgemein bekannt ist. Ebenso bekannt ist es, daß die Hefe im höchsten Grade die Eigenschaft besitzt, ganz wie die faulenden Proteinsubstanzen, Gährung zu erregen, und zwar gerade die gleiche Art der Gährung, durch welche die Hefe selber entstanden ist, Unterhefe die langsame Untergährung, Oberhefe die rasche Obergährung.

Die Hefe besteht aus mikroskopischen Körperchen, welche durch Aufnahme von Stoffen sich bis zu einem gewissen Grade vergrößern und andre gleichartige Körperchen aus sich erzeugen.

In den gährungsfähigen Flüssigkeiten, welchen man den Namen Zellenbildungsflüssigkeiten oder Cytoblasteme gegeben hat, entstehen zuerst Kügelchen von Proteinsubstanz, Zellenkerne, Zellenbildner oder Cytoblasten genannt; in diesen bildet sich eine Höhlung, so daß das Kügelchen ein Bläschen wird. Dasselbe wächst und hat einen Ueberzug, eine Hülle von anderer Substanz, ohne daß man die Entstehung derselben wahrnehmen oder erklären könnte. Das mit einer solchen Hülle versehene Bläschen heißt eine Zelle. Die Hefe besteht aus mikroskopischen Zellen. Ihre Bildung geht mit solcher Schnelligkeit vor sich, daß auf gährendem Weine schon nach drei Stunden eine beträchtliche Schicht derselben sich ansammelt, während doch jeder Cubikzoll Hefe eine Billion derselben enthält.

Diese Zellen haben viele Uebereinstimmung mit den einfachsten Infusorien, aber es fehlt ihnen die Streckbarkeit und Wiedereinziehbarkeit der Masse, die Contraktilität. Die Thiere sind entweder einzelne contraktile Zellen, welche mit einem selbstständigen Leben begabt sind, oder Leiber aus zahllosen solchen Zellen gleichsam aufgebaut (Seite 537). Auch die vollkommensten Pflanzen bestehen ganz aus zahllosen, aber nicht contraktilen Zellen, während die einfachsten Pflanzen

einzelne, selbstständig sich entwickelnde Zellen sind. Die Hefenzellen sind solche einfache Pflänzchen. Man nennt sie Gährungspilze.

Eine geringe Menge von Hefe zeigt sich unter dem Mikroskope als ein Haufwerk zahlloser Zellen (Fig. 1). Dieselben haben eine mehr oder weniger kuglige oder eiförmige Gestalt und sind so klein, daß der Durchmesser der größten kaum 1/250 Linie beträgt, während viele kleinere erst zu Tausend aneinander gereiht eine Linie messen würden.

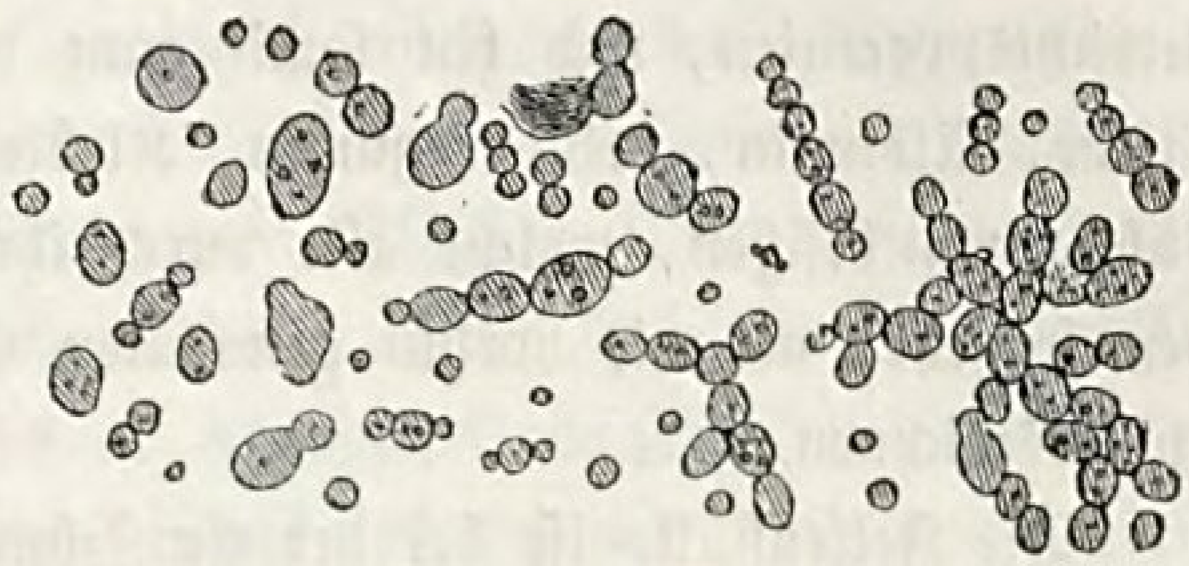


Fig. 1. Gährungspilze (Saccharomyces fermentum). (Hefe unter 300facher Vergrößerung.)

Viele derselben schwimmen vereinzelt in der Flüssigkeit, andre sind zu zweien oder dreien, oder zu zahlreichen Gruppen vereinigt.

Ganz ausgewaschene Hefe bildet ein geruchloses weißes Mehl. Durch eine sehr verdünnte Kalilauge kann man aus derselben Proteinsubstanz, welche den Zelleninhalt bildet, auflösen und entfernen. Es bleiben sodann die nur in sehr starker Kalilauge löslichen Zellenhüllen zurück. Dieselben bestehen aus

Carboneum	44,59
Hydrogenium	6,30
Oxygenium	49,11

Gewichtsprocenten, einem Verhältnisse, welches auf 6 Verhältnißmengen Carboneums je fünf solche von Hydrogenium und Oxygenium enthält $= C^6 H^5 O^5$. Ganz das gleiche Verhältniß derselben Stoffe enthält, wie oben erwähnt, der Rohrzucker. Aber während jener in Wasser bekanntlich leicht löslich ist, verhält sich der vorliegende, sogenannte Zellenstoff (Cellulose) gerade entgegengesetzt. Zucker und Zellenstoff geben uns ein Beispiel der höchst bemerkenswerthen Thatsache, daß Substanzen von gänzlich verschiedenen Eigenschaften nach den Stoffen und nach den Verhältnissen dieser Stoffe ganz die gleichen Bestandtheile haben können. Man nennt solche Substanzen isomere Substanzen. Zu derselben Isomerie mit Zucker und Zellenstoff gehören noch mehrere andre im Pflanzenreiche sehr häufige Substanzen: die Stärke oder das Amylum, Gummi, Dextrin u. s. w. Von dem Isomerismus kann man sich etwa die Vorstellung machen, daß in den verschiedenen isomeren Substanzen die einzelnen Mischungstheile unter sich in verschiedenartiger Weise verbunden wären z. B.

Zucker.	Cellulose.	Stärke.	Gummi.
OOOOO	OOOOO	HHHC	CCCCCC
HHHHH	CCCCCC	HCCO	OOOOO
CCCCCC	HHHHH	HCCO	HHHHH
		COOO	

und daß hieraus die Verschiedenartigkeit der Eigenschaften sich ableite. Den thierischen Zellen fehlt die Hülle von Cellulose.

Der Inhalt der Hefenzellen besteht aus Wasser und Proteinsubstanz, diese aber aus

Carboneum	53,26
Hydrogenium	7,04
Nitrogenium	16,03

Oxygenium
nebst Spuren von Schwefel } 23,67
und Phosphor

Gewichtsprocenten, und hat somit ganz die gleiche Zusammensetzung, welche Fibrin, Casein, Albumin, nebst Legumin, Kleber und die übrigen mit diesen isomeren Substanzen besitzen, welche alle durch ihren Gehalt an Nitrogenium oder Stickstoff eben so sehr, als die vorhin genannten Substanzen durch den Mangel an solchem sich auszeichnen.

Die Zellenhülle ist bei der Entstehung der Zelle anfangs innerlich ausgekleidet mit einer zarteren Haut, oder vielmehr einer dichteren hautartig zusammenhangenden Schicht des eiweißartigen Zelleninhaltes. Diese Haut, welche man die Schleimhaut oder den Primordialschlauch genannt hat und welche bei Befeuchtung der Zellen mit Salpetersäure unter dem Mikroskope durch Zusammenschrumpfung erkennbar ist, gleicht einigermaßen der hautartigen Außenschicht thierischer Zellen. Dieselbe verschwindet in der Pflanzenzelle später ganz. Der Cytoblast, welcher anfangs deutlich als eine dichtere Masse sichtbar war, wird meistens ebenfalls bald in der Flüssigkeit des Zelleninhaltes gleichmäßig aufgelöst und bildet dann ein Cytoblastem, eine Flüssigkeit, in welcher die Bildung neuer Zellen vor sich gehen kann.

Bei der Verbrennung der Hefe bleibt ein geringer Aschenrückstand; die Bestandtheile dieser Asche sind einerseits Spuren von Kieselerde, Kalkerde und Talkerde, theils von Kali, Kochsalz (Chlornatrium) und Eisenoxyd. Diese Stoffe, welche sich alle sowohl im Traubensafte als in der Malzabkochung aufgelöst finden, sind offenbar bei der Bildung der Hefenzellen in diese aufgenommen. Sie haben sich aber in denselben in einem eigenthümlichen Verhältnisse angesammelt, indem die meisten derselben in der Flüssigkeit nur in so geringer Spur vorhanden sind, daß die Nachweisung derselben kaum möglich ist, mit Ausnahme der Kieselerde, welche im Biere in viel größerer Menge enthalten ist, als in der Hefe; ebenso enthält Traubensaft eine sehr reichliche Menge von Kali, während die Hefe dennoch nicht größere Mengen davon aufgenommen hat. Wir überzeugen uns hieraus, daß die Aufnahme und Ansammlung dieser unverbrennlichen Stoffe bei der Bildung der Gährungspilze in einem bestimmten gesetzmäßigen Verhältnisse geschehen muß, wenn gleich die Chemie noch nicht im Stande ist, die Verbindung nachzuweisen, welche zwischen diesen Aschenbestandtheilen und dem Zellenstoffe oder dem Zelleninhalte stattfindet.

In solchen Flüssigkeiten, welche keine Proteinsubstanz enthalten, kann keine Gährung vor sich gehen. Bringt man aber in eine Zuckerlösung einen Zusatz von Hefe, so beginnt die Gährung rasch und die Hefe erleidet dabei eine bedeutende Veränderung. Dieselbe zeigt sich nämlich nach einiger Zeit ihres Proteininhaltes mehr und mehr beraubt. Es ist klar, daß sich auf Kosten dieses Proteins, welches der Zersetzung anheimfiel, die Gährung entwickelt hat. Die Hefe geht hier verloren.

Bringt man dagegen Hefe in eine proteinhaltige Zuckerlösung, so beginnt nicht allein alsobald die Gährung, sondern es vermehrt sich auch die Menge der Hefe außerordentlich. —

Die Zellenhülle heißt Wandung, Membran oder Haut. Dieselbe ist von äußerster Zartheit, so daß nur bei Anwendung der bedeutendsten Vergrößerung die äußere

und innere Fläche derselben von einander zu unterscheiden sind. Da der Zelleninhalt eine dichtere Flüssigkeit ist, als das umgebende Wasser oder die gährende Flüssigkeit, so findet fortwährend ein Austausch zwischen beiden Flüssigkeiten statt, welcher die Zellenmembran durchdringt. Vermöge der Endosmose wird von der dünnen Flüssigkeit, mit sammt ihrem Inhalte aufgenommen, wodurch der Zelleninhalt anschwillt, während zugleich eine geringe Menge der dichteren Flüssigkeit des letzteren durch Exosmose herausdringt, und als eine dünne schleimige Hülle äußerlich auf derselben abgelagert bleibt, oder auch in der umgebenden Flüssigkeit aufgelöst wird.

Durch das Eindringen der umgebenden Flüssigkeit in das Innere der Zelle wird die Zelle ernährt; sie wächst in Folge dessen. Dieses Wachsthum würde zu einer Sprengung der Zellenwandung führen müssen, wenn nicht gleichzeitig eine Zersetzung und Abscheidung innerhalb der Zelle vor sich ginge, deren Ursache uns eben so räthselhaft ist, als die Ursache des Entstehens der Zelle und ihrer Vermehrung.

Eine Quantität Hefe unter einer mit Sauerstoffgas gefüllten Glasglocke sich selbst überlassen, verwandelt dieses Gas in kurzer Zeit in Kohlensäure. Atmosphärische Luft, wenn man diese anwendet, wird ihres Sauerstoffgehaltes beraubt und erhält als Ersatz desselben Kohlensäure. Die Gährungspilze nehmen vermittelst des Wassers durch ihre Zellenwandung Sauerstoff in sich auf und scheiden denselben, nachdem sich Kohlenstoff mit ihm vereinigt hat, als Kohlensäure wieder aus. Der Kohlenstoff wird aus der Mischung der zur Ernährung der Zellen aufgenommenen Stoffe ausgeschieden. Der Vorgang ist jedenfalls in hohem Grade zu vergleichen mit dem, was im thierischen Körper vor sich geht. Aus allen mit der Nahrungsflüssigkeit von Außen aufgenommenen Stoffen behält die Zelle nur diejenigen Stoffe und in einem solchen Verhältnisse in sich, welche zur Vermehrung ihrer eigenen Substanzen, sei es des Zelleninhaltes oder sei es der Zellenmembran, dienen können, und während sie einerseits durch die Säurung überschüssigen Kohlenstoff beseitigt, scheidet sie andererseits die ihr nicht entsprechenden Stoffquantitäten, vermuthlich in verschiedenen Mischungen durch Exosmose wieder aus. So ist die kleine Zelle der Schauplatz unausgesetzter chemischer Vorgänge von Mischungen und Entmischungen, auf denen ihre eigene Existenz beruht und durch welche sie außerdem die genügende Substanzmenge ansammelt, um sich vermehren zu können.

Die Vermehrung der Zellen geht so vor sich, daß in dem Zelleninhalte Cytoblasten sich bilden, welche sodann zu Zellen (Tochterzellen) werden und sich ausdehnen. Oder es theilt sich der ganze Zelleninhalt oder auch der ursprüngliche Cytoblast einer Mutterzelle, wenn dieser noch sichtbar ist, in zwei oder mehrere Portionen, welche einen dichteren Mittelpunkt zeigen und durch einen lichteren Zwischenraum getrennt sind. Jede Portion umgibt sich dann mit einem besonderen Primordialschlauche, welcher eine unmittelbare Einfaltung des Primordialschlauches der Mutterzelle zu sein scheint, um welchen eine eigene vollständige Zellenhülle sich bildet. In jedem Falle löst die Zellenhaut der Mutterzelle sich bei diesem Vorgange auf, so daß die Tochterzellen frei werden. Endlich kommt auch der dritte Fall nicht selten vor, daß eine Mutterzelle an einem Theile ihres Umfanges sich ausdehnt, gleichsam einen Auswuchs bekommt, dessen Inhalt sich dann durch eine besondere Zellenhaut absondert. So bildet sich eine Knospenzelle, welche sich zuletzt auch

von der Mutterzelle ablöst, wobei dann ein Theil der Zellenhülle der letztern um die neugebildete Zelle bemerkbar bleibt. Durch den schleimigen Aussonderungsstoff, mit welchem die Zellenhaut stets äußerlich bedeckt ist, bleiben viele Zellen oft häufchenweise zusammenhangen.

Da jede einzelne Zelle für sich existiren, wachsen und sich durch Vermehrung fortpflanzen kann, so ist jede einzelne Zelle als eine Pflanze für sich zu betrachten. Die Vermehrung der Zellen geschieht mit außerordentlicher Schnelligkeit.

Durch den Stoffwechsel in den Gährungspilzen entwickelt sich Wärme ganz wie bei der Athmung der Thiere. Die Oberhefe zeigt größere Zellen, und bei ihrer Bildung ist die Wärmeentwicklung stärker, als bei der Bildung der kleinzelligeren, langsamer sich vermehrenden Unterhefe. Unterhefe ändert sich aber in Oberhefe um, wenn dieselbe andauernd in einer bei höherer Temperatur gährenden Flüssigkeit sich vermehrt. Die Grenzen der Gährung selber liegen innerhalb einer Temperatur von 8° und 40° Cels.; weder bei einer höheren, noch bei einer niederen kann dieselbe stattfinden; die höhere Temperatur innerhalb dieser Grenze ist offenbar der Entwicklung der Gährungspilze günstiger als die niedere.

Die Gährung an sich bedarf nicht der atmosphärischen Luft, da bei derselben keine Aufnahme irgend eines Stoffes aus dieser stattfindet. Demnach geht die Gährung auch in völlig von dem Zutritte der Luft abgeschlossenen Flüssigkeiten vor sich, wenn dieselben entweder nur einen Augenblick vorübergehend der Einwirkung des Sauerstoffes ausgesetzt gewesen sind — wo dann der Sauerstoff auf eine noch unerklärte Weise als Erreger der Zersetzung wirkt, bei welcher er selber weiter sich nicht betheiligt — oder wenn die Zersetzung durch die Poldrähte eines galvanischen Apparates angeregt worden ist. Bei Ausschluß der Luft bilden sich keine Gährungspilze, sondern die Gährung geht ohne Hefenerzeugung vor sich. Ist einer bei Ausschluß der Luft gährenden Flüssigkeit zuvor Hefe zugesetzt worden, so gehen die Pilze zu Grunde, indem sie in Fäulniß übergehen.

Man streitet oft darüber, ob die Gährungspilze die Ursache der Gährung oder ob sie das Erzeugniß der Gährung seien; ob dieselben sich ohne Mutterzellen in einer gährungsfähigen Flüssigkeit bilden können, oder ob auf eine nicht nachweisbare Weise Mutterzellen in die zur Gährung vorbereitete Flüssigkeit gerathen. Für die Art der Wirkung, durch welche die Gährungspilze Gährung erregen, ist es wichtig, daß die Hefe, wenn sie vollkommen ausgewässert (ausgewaschen) ist, fast gar keine gährungerregende Wirkung zeigt, daß sie aber diese im Verlaufe der Gährung in vollem Maße wieder erlangt. Wir können daraus vermuthen, daß die Zersetzung der Aussonderungsstoffe, welche die Pilzzellen umhüllen, die eigentliche Erregerin der Gährung sei, da diese durch das Auswässern entfernt werden, während die Zellen im übrigen dabei unverändert bleiben.

Die besondere Art des Pflanzensaftes oder Gemisches, welche der Gährung unterworfen wird, ist für die Natur der Gährungspilze, welche darin entstehen, ganz ohne Einfluß. In Möhrensaft, Traubensaft, Birkensaft, Bier und Branntwein entstehen ganz die gleichen Zellenformen.

Krankheitspilze. — Nicht allein in ausgepreßten Pflanzensäften entstehen Pilzzellen. Auch solche Säfte, welche noch in Pflanzen enthalten sind, können,

wenn sie die Beschaffenheit eines Cytoblastems haben, zu Pilzbildungen Veranlassung geben. Jedoch scheint es, als ob solche nur dann eintrete, wenn die Lebensthätigkeit in der ganzen Pflanze oder in einzelnen Theilen derselben sehr gering oder gar erloschen ist. Zahlreiche sogenannte Ausschläge und andere Krankheiten an den Pflanzen sind mit der Erscheinung von Pilzbildungen verbunden, deren Vollkommenheit nicht größer ist, als die der Gährungspilze. Es ist auch hier streitig, ob die Pilzbildung durch die Krankheit des Gewächses hervorgerufen, oder ob die Krankheit eine Folge der Pilzbildung sei. Bei Erwägung aller Umstände wird vielleicht die Ansicht als die richtigste erscheinen dürfen, daß zwar, wie oben gesagt, eine sehr gesunkene oder gar erloschene Lebensthätigkeit der kranken Pflanze zur Entstehung der Pilze die Veranlassung war, mögen nun die Pilze aus Mutterzellen entstanden sein, welche zufällig in die kranke Pflanze gerathen konnten, oder mögen dieselben sich unmittelbar gebildet haben; daß aber sodann die Lebensthätigkeit der Pilzzellen, wie bei der Gährung, befördernd auf die Zersetzung der Säfte der kranken Pflanze oder einzelner Theile derselben einwirke und diese somit ihrem völligen Verderben entgegenführe. Eine solche Ansicht dürfte dann auch für diejenigen Pilzbildungen gelten, welche man in neuerer Zeit so häufig bei Krankheiten der Menschen und Thiere, besonders auch bei ansteckenden Krankheiten, mit Hülfe des Mikroskopes in den vorzugsweise betroffenen Organen beobachtet hat. Auch hier scheint in vielen Fällen eine Prädisposition zur Krankheit, eine Geneigtheit zu derselben durch die Beschaffenheit der Säfte des Körpers, vorhanden sein zu müssen, damit die von einer Person auf die andere durch Berührung oder selbst durch den Hauch der Luft übertragbaren Pilzzellen zur Entwicklung und Vermehrung gedeihen und die Zersetzung der Säfte hervorrufen können, in denen sodann die Krankheit sich äußert. Die Krankheit führt in ihrem Verlaufe entweder den Tod herbei, oder wenn die Menge der vorhandenen zersetzungsfähigen Stoffe nicht allzu groß ist, so vollendet sich in diesen die Zersetzung und endigt sodann mit dieser die Krankheit und zugleich die fernere Fähigkeit zu derselben. Doch müßten wir uns hüten, bei allen Krankheiten, deren Erscheinungen mit einem solchen Verlaufe übereinstimmen möchten, eine Pilzbildung vorauszusetzen, da durch jede in Zersetzung begriffene Substanz (faules Fleisch, kalter Brand) ähnliche Ansteckungen hervorgerufen werden können.

Allgemein bekannt sind die Krankheiten des Getreides, welche man Brand zu nennen pflegt. An den Aehren entwickelt sich an einzelnen, mitunter an allen Punkten, an welchen Körner sich erzeugen sollten, ein Häufchen rost- oder rußfarbenen Staubes (Fig. 2). Eine geringe Menge desselben erscheint unter dem Mikroskope als ein zahlloses Haufwerk von Zellen, welche, abgesehen von der dunkleren Färbung, mit den Gährungspilzen die größte Aehnlichkeit zeigen, sich auch ganz wie diese vermehren und oft mehrere deutliche Zellenkerne enthalten. Diese Brandpilze entstehen in der Getreideblüthe gerade in dem sogenannten Fruchtknoten, d. h. in dem sich bildenden Korne, und zwar auf Kosten der Säfte, welche in der Getreideähre zur Ausbildung des Kornes verwendet werden sollten. Schon bevor die Aehre aus dem Halme hervorgetreten ist, findet man an derselben bei näherer Betrachtung die Fruchtknoten zum Theil bläulich oder schwärzlich und entdeckt bei mikroskopischer Untersuchung einzelne Pilzzellengruppen. Merkwürdiger Weise wächst



Fig. 2. Getreidebrand.
a Eine brandige Haferrispe.
b Brandpilze (Uredo segetum).
200fach vergrößert.

von solchen pilzkranken Fruchtknoten die äußere Haut ungestört weiter, während das Innere des Kornes sich nicht weiter entwickelt, sondern vielmehr einer zunehmenden Menge von Pilzzellen Platz macht, deren Masse endlich so groß wird, daß die Hauthülle gesprengt wird. Besonders Hafer, Gerste und Weizen sind dem Brande in hohem Grade unterworfen. Mitunter findet man Aecker, auf welchen wenige Aehren ganz verschont geblieben sind, während andere einzelne oder gar keine gesunde Körner enthalten. Man unterscheidet am Getreide mehrere Arten von Rost und Brand, jedoch nach sehr wenig entschiedenen Merkmalen. Bei dem Schmierbrande (Uredo caries) ist die Menge der von den Zellen ausgesonderten schleimigen Masse beträchtlich, und es stammt daher der Name dieser, besonders beim Weizen vorkommenden Art, während der Flugbrand (Uredo carbo), welcher vorzugsweise Gerste und Hafer befällt, staubartig trocken erscheint. Der Rost (Uredo rubigo) am Hafer zeichnet sich durch mehr röthliche Färbung aus. Auf Gräsern und andern Pflanzen findet man Brandpilze sehr häufig, und man unterscheidet allein in Deutschland über hundert Arten derselben.

Dadurch, daß man die zur Aussaat bestimmten Getreidekörner einestheils sichtet, indem man sie in Wasser bringt und die brandigen, ihrer Leichtigkeit wegen oben auf schwimmenden Körner absondert, dann aber auch besonders dadurch, daß man das Saatgetreide vor der Aussaat mit gebranntem Kalke, Asche, Eisenvitriol oder andern Aetzmitteln vermengt, kann man, vielen Versuchen zufolge, den Brand des Getreides sehr vermindern. Hienach scheint es, als ob die staubartig feinen Zellen der Pilze, welche bei der Ernte und bei der späteren Behandlung des Getreides in unendlicher Menge verstäuben, ja den Dreschern sogar manchmal das Angesicht völlig schwärzen und ihnen Brennen in den Augen verursachen, an der Aussaat haftend, den aus den Körnern erwachsenden Aehren sich auf irgend eine Weise anhängen und durch ihre Vermehrung das Uebel hervorrufen. Andererseits ist es noch keineswegs aufgeklärt, wie die dem Aussaatkorne anhaftenden Staubzellen mit dem Halme emporwachsen und innerhalb desselben in die Aehre gelangen und sich dort ausbilden mögen. Nach den Beobachtungen, welche man gemacht hat, begünstigt die Witterung in manchen Jahren die Vermehrung des Brandes in hohem Grade, und zwar gerade eine solche, welche dem Gedeihen des Getreides minder günstig ist; weßhalb denn Manche der Ansicht sind, daß eine mangelhafte Lebensthätigkeit des Getreidekornes selbst entweder zur ursprünglichen Entstehung der Pilze in den Säften desselben Veranlassung gebe, oder wenigstens die wuchernde Vermehrung der Zellen begünstige.

Bei manchen ähnlichen Pilzbildungen, welche sich unter der Oberhaut von Pflanzen entwickeln und durch eine fleckige Färbung der befallenen Theile sich verrathen, bricht die Zellenmasse, oft mit mehr oder weniger klebrigem Schleime verbunden, endlich aus der Oberhaut hervor, bald in warzenartigen, bald in wurm=

förmigen, oft dazu sehr auffallend gefärbten Häufchen. Merkwürdiger Weise wächst an solchen Punkten sehr häufig auch die Oberhaut der Pflanze mehr oder weniger mit empor und bildet so eine Art von Behälter oder eine Kapsel, welche schließlich in bestimmter, sehr kenntlicher Weise aufreißt. Als Beispiel einer solchen Pilzbildung mögen die gelben, später rothbraunen Flecken dienen, welche man an Obstbäumen, besonders Birnbäumen, manchmal auf den Blättern in großer Häufigkeit bemerkt (Fig. 3). Im Herbste werden solche Flecken auf der Unterseite der Blätter warzig, und endlich reißen die Warzen gitterförmig auf, so daß der Inhalt derselben, welcher aus den höchst einfachen Pilzzellen besteht, sich herausschütten kann. Wie solche Zellen sich den Winter hindurch auf den Knospen erhalten, aus denen im folgenden Frühlinge neue Blätter hervorbrechen, wie dieselben auf und in diese Blätter gelangen, um sich dort wieder zu vermehren und die gleichen Auswüchse hervorzurufen, das bleibt noch unerklärt, und um so mehr, als man Fälle nachgewiesen hat, bei denen die im Herbste sich verschüttenden Pilzzellen bedeutend größer waren, als daß die in der Oberhaut der Blätter, auf denen sie sich zeigen, befindlichen mikroskopischen Oeffnungen ihnen das Eindringen in solche gestatten könnten. Es verdient wohl beachtet zu werden, daß die Gesundheitsfülle der befallenen Pflanze offenbar der Ausbreitung der Pilze widerstrebt. Bäume, welche in einem guten Obergrunde stehen und in der Jugend nie fleckige Blätter zeigten, werden oft plötzlich und mit jedem Jahre zunehmend „pilzkrank", wenn ihre Wurzeln einen schlechteren Untergrund erreichen. Durch Aufgrabung der Erde in einem entsprechenden Umkreise um den Stamm und gute Düngung gesundet ein solcher Baum oft noch wieder vollständig. Auch an unterirdischen Pflanzentheilen zeigen sich Pilze nicht selten. Die sogenannte Grind- oder Krätzkrankheit der Kartoffelknollen, welche sich in warzenartigem Schorfe der Oberhaut verräth, wird durch den Knollenbrand (Rhizosporium solani) hervorgerufen.

Fast jede Pflanze, vom Baume bis zum zartesten Kraute, hat ihre besondere

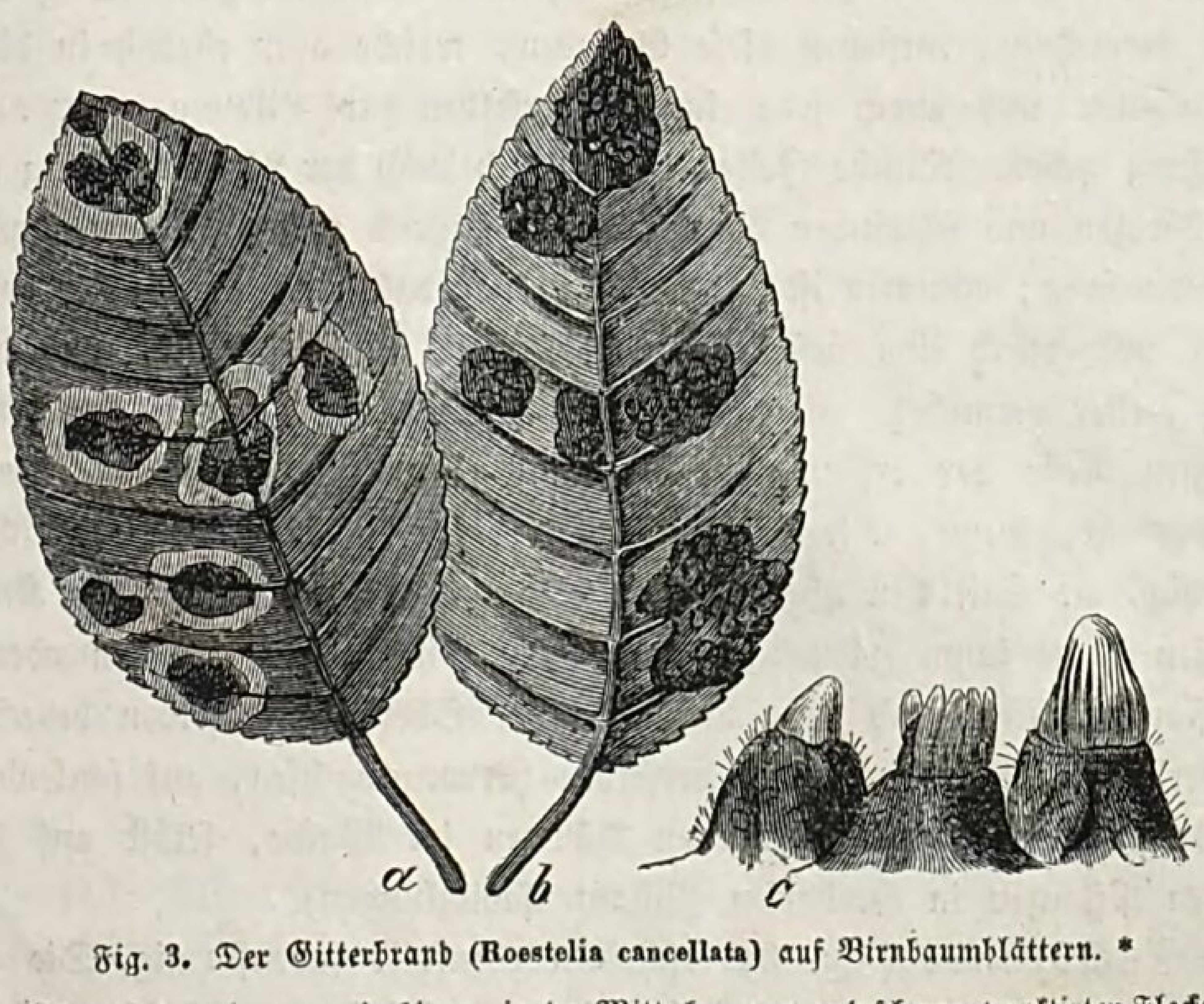


Fig. 3. Der Gitterbrand (Roestelia cancellata) auf Birnbaumblättern. *

* a Obere Blattfläche mit orangefarbigen, in der Mitte braunen und schwarz punktirten Flecken; b untere Blattfläche mit aufgebrochener Oberhaut; c einige Aufbrüche in verschiedenem Zustande, vergrößert.

Art von einzelligen Pilzen, welche so vorherrschend oder gar ausschließend auf der einen oder andern, oder gar in oder auf bestimmten Theilen derselben vorkommen, daß man sie großentheils nach denselben benannt hat.

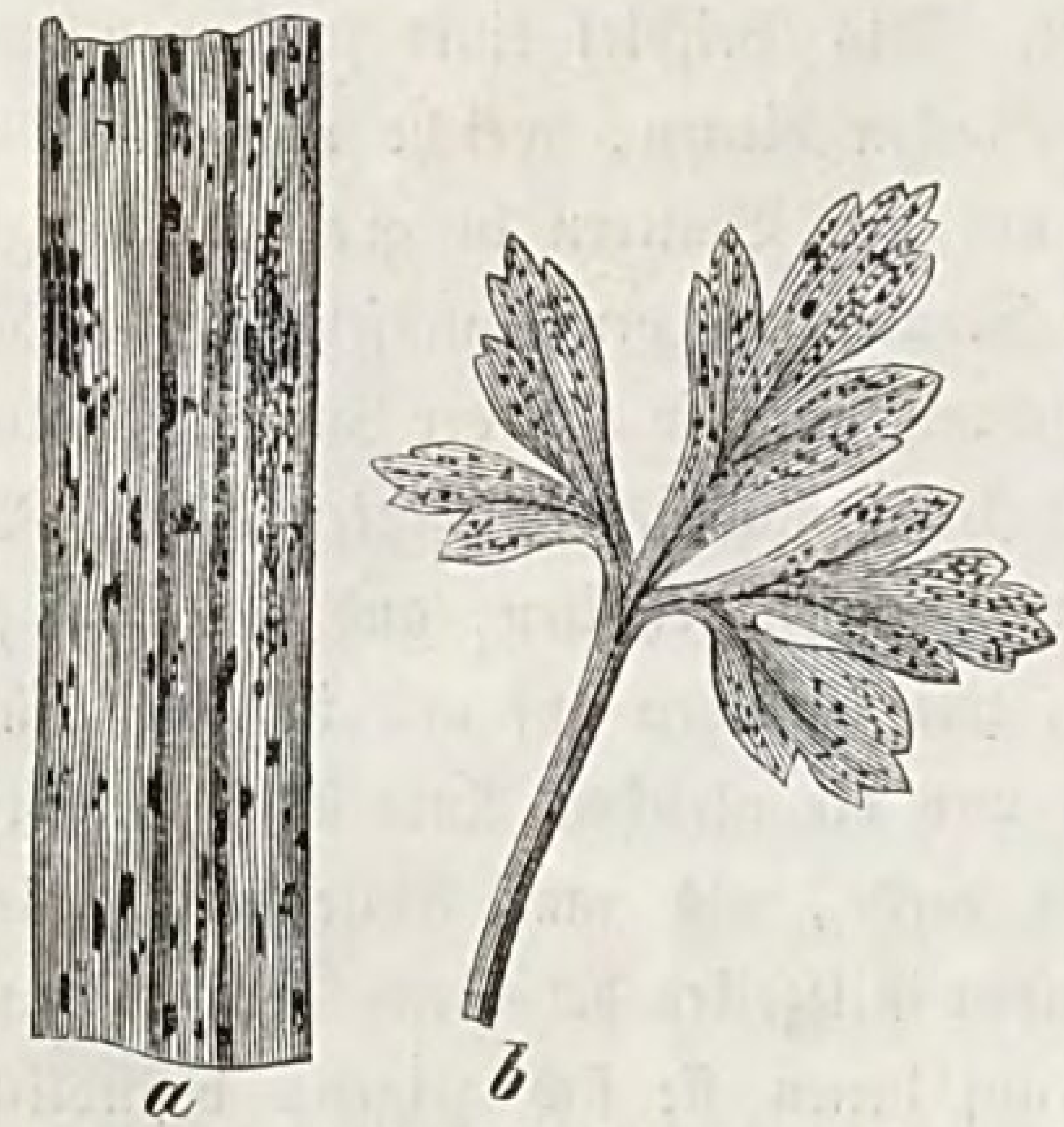


Fig. 4. Zwillingsbrand.*

* *a* Puccinia arundinacea auf Schilfstengeln; Puccinia anemones auf Waldanemonenblättern.

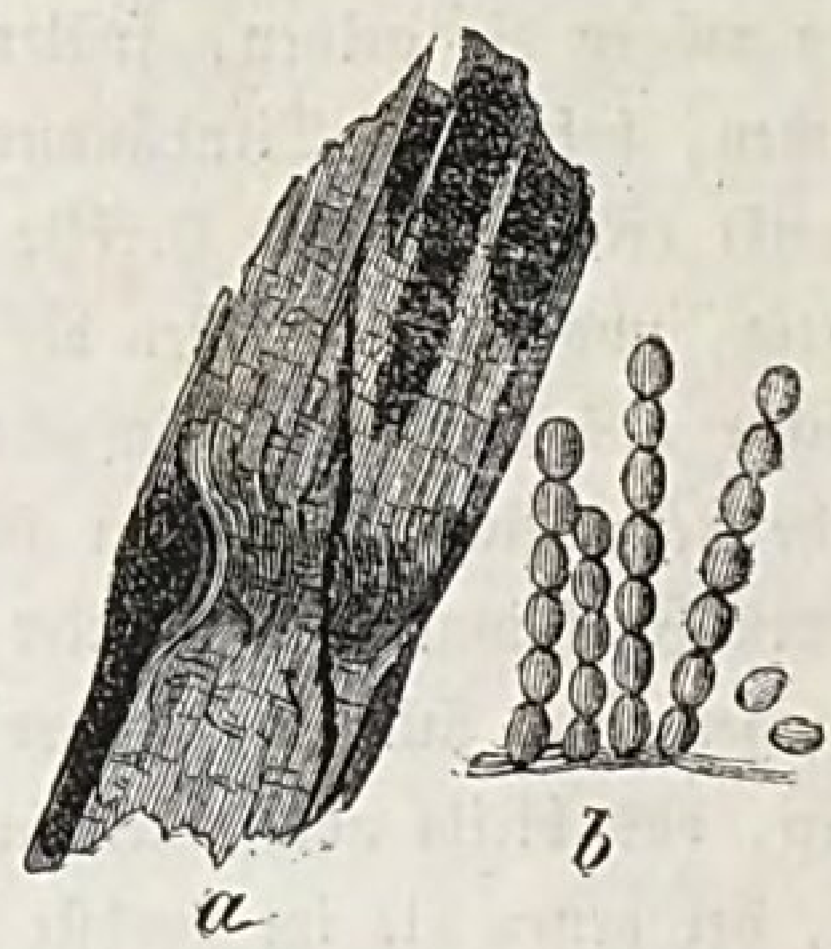


Fig. 5. Kettenbrand. *

* *a* Ein alter Holzsplitter mit schwarzem Kettenbrande (Torula antennata); *b* einige Zellenreihen von diesem Kettenbrande, vergrößert.

Manche dieser Pilze sind nicht ganz so einfach gebildet als die bisher betrachteten. Die Zwillingsbrande oder Puccinien (Fig. 4) zeigen häufig Doppelzellen, welche nicht sogleich nach Entstehung einer Scheidewand zwischen dem getheilten Zelleninhalte sich von einander abtrennen; ja mitunter hangen sogar drei Zellen fest aneinander. Im Uebrigen verhalten sich die Puccinien ganz wie die gewöhnlichen Brande. Zahlreiche Arten finden sich auf Getreidehalmen und Blättern, und auf den gleichen Theilen anderer gras- und krautartiger Pflanzen, welche sie oft ganz mit rußfarbigem Pulver bedecken. Die Kettenbrande (Fig. 5) zeigen immer sehr bestimmt aneinander gereihte Zellen, welche zusammen perlschnurähnliche Fäden bilden. Indem die Zellen stets nach einer bestimmten Richtung durch Theilung sich vermehren, entstehen diese Gruppen, welche aber endlich in die einzelnen Zellen zerfallen und durch jede einzelne derselben zur Bildung einer neuen Reihe Veranlassung geben. Manche Zellen dehnen sich nach der Längenrichtung stärker aus als die übrigen und schwinden dann zu einer äußerst zarten Flocke zusammen, ohne sich zu vermehren; mitunter ist es der Fall, daß das freie Ende einer solchen Zelle anschwillt und durch eine besondere Scheidewand sich abschließt, und dann durch Theilung weiter vermehrt. Es steht dann die Zellenreihe auf dem zusammengeschwundenen Reste der ersten Zelle wie auf einem zarteren Stiele, was um so auffallender ist, wenn, wie gewöhnlich, die Zellen durch den reichlichen Inhalt dunkelfarbig, die Stielchen aber farblos erscheinen. Man findet solche Kettenbrande, dem bloßen Auge kaum erkennbar, in Menge sowohl auf lebenden oder abgestorbenen Pflanzentheilen, und zwar nicht von der Oberhaut derselben bedeckt, sondern nur in derselben haftend und aus derselben hervorgewachsen, auf faulendem Holze, z. B. Wurzelstöcken von abgehauenen Bäumen im Walde, selbst auf den feucht gebliebenen Pflanzen in Herbarien (Pflanzensammlungen).

Die Fachbrande (Fig. 6) erscheinen ebenfalls fadenförmig. Die erste Zelle dehnt sich in die Länge aus, ihr Inhalt sammelt sich in dem köpfchenartig anschwel-

lenden freien Ende und sondert sich durch eine Scheidewand als neue Zelle, ohne jedoch äußerlich sich abzutrennen. Diese Zelle theilt sich durch eine neue Scheidewand, und durch eine weitere Fortsetzung der Theilungen entsteht zuletzt eine Zellenreihe, welche sich als ein keulenförmiges gemeinsames Ganzes auf zarterem Stielchen darstellt. Die Scheidewände zwischen den einzelnen Zellen erscheinen als gerade Flächen; äußerlich sind die Zellen nicht gesondert. Endlich aber trennen dieselben sich dennoch und jede Zelle wird der Keim zu einer neuen Zellenbildung.



Fig. 6. Fachbrand (Phragmidium incrassatum) auf Brombeerblättern. *

* a Einige Pilze vergrößert auf dem Zellgewebe des Blattes.

Das Merkwürdige bei diesen zusammengesetzteren Bildungen einzelliger Pilze ist der Umstand, daß nur die zuerst gebildete Zelle ihre Nahrung unmittelbar aus den Säften der Pflanze zieht, auf welcher sie wächst, während die Tochterzellen die Nahrung nur durch die Vermittlung der ersten Zelle, die letzten Zellen einer Reihe sogar durch Vermittlung der ganzen früher gebildeten Zellenreihe beziehen. Der wesentliche Unterschied beruht darin, daß die Tochterzellen nur an dem Berührungspunkte, an welchem sie mit der Mutterzelle zusammenhangen, durch Endosmose Nahrung aufnehmen können, ein Vorgang, welcher nur bis zu völliger Ausbildung der Scheidewände der Zellen zu genügen scheint. Da freilich, wo eine Menge von Zellenreihen dicht gedrängt sich neben einander entwickelt, wie das sehr häufig der Fall ist, werden ohne Zweifel auch zwischen denselben Nahrungssäfte emporgezogen, welche dann die Ernährung der einzelnen Zellen unterstützen. Da übrigens jede einzelne Zelle für sich existiren, sich ernähren und vermehren kann, so ist jede derselben auch hier als eine Pflanze für sich zu betrachten.

Viele einzellige Pilze bilden warzenförmige, rundliche oder langgestreckte Zellenhäufchen, welche durch eine bedeutende Masse schleimiger Aussonderungsstoffe zu einem Ganzen verbunden sind und so bald unter der Oberhaut der Pflanzen kleine Höckerchen bilden oder auch als kleine Körnchen, Schörfe oder Knollen hervorbrechen. Jede Zelle ist nichts desto weniger eine Pflanze für sich; aber alle liegen gemeinsam in der zusammengeflossenen zähen Schleimmasse, welche man ihre Unterlage, Grundmasse oder fälschlich Muttermasse (matrix) benannt hat. Jede Zelle kann wieder der Anfang eines neuen Häufchens werden. Mitunter sind die Zellen auffallend anders gefärbt als die Schleimmasse und bilden dann eine leicht erkennbare Schichte auf der letzteren.

Alle diese Pilze nähren sich durch Aufnahme der Säfte der Gewächse, auf denen sie entstehen, alle sind ein starkes Beförderungsmittel der Verderbniß dieser Säfte. Es beruht darin die wichtige Rolle, welche sie in der Natur spielen, indem

einestheils die Wachsthums- und Vermehrungsfähigkeit vieler Pflanzen vermindert und in Schranken gehalten wird, anderntheils alle abgestorbenen Pflanzentheile rasch ihrer Auflösung entgegengeführt werden. Jeder Grashalm, jedes niedergefallene Laub, jeder dürre Zweig, jedes gefällte Holz kann uns in den feuchten Monaten des Herbstes und des Frühlings eine Vorstellung von der Häufigkeit und von der Wirkung dieser unvollkommensten unter allen Pflanzen geben. Zugleich sind uns diese einfach gebildeten Pilze deutliche Beispiele für die Zellenbildung und Vermehrung, für die Ernährung, Athmung und Fortpflanzung aller Pilze, bei welchen stets die gleichen Vorgänge und Erscheinungen, nur in zusammengesetzterer Form und größerer Sonderung, uns wieder begegnen.

II. Klasse. Die Flockenpilze (Schimmel).

Wo irgend thierische und pflanzliche Stoffe in dumpfer, feuchter Luft in Fäulniß überzugehen beginnen, da erscheint sehr rasch auf oder in denselben ein weißlicher flockiger Ueberzug: der Schimmel.

Mit dem Worte Schimmel bezeichnen wir eine außerordentlich zahlreiche Menge verschiedenartiger, immer sehr einfach gebildeter, aber höchst mannigfaltiger und oft bewundernswürdig zierlicher Pflanzen.

Keine Schimmelart ist bekannter als der Brodschimmel (Aspergillus glaucus). Es ist eine ganz besondere Art, welche diesen Namen vorzugsweise verdient. Kugelförmige Zellen dehnen sich zu mehr oder weniger langen Fäden aus, deren Zartheit dieselben, sobald man sie nur berührt, zerfließen läßt. Solche Fäden liegen in Menge auf der Fläche des Brodes, besonders in den hohlen Stellen desselben, wie ein dichter Rasen oder wie ein flockiges Filzgewebe. Viele Fäden aber stehen aufrecht. Durch Ansammlung des Zelleninhaltes in der Spitze der Fäden und Bildung einer besondern Zellhaut entstehen einzelne Scheidewände, welche ziemlich weit von einander abstehen, da die neugebildete Zelle rasch weiter zu einem Faden auswächst. Die erste Zelle saugt die Nahrung ein und theilt diese durch die Scheidewand der nächsten Zelle mit. Die letzte Zelle der aufrecht stehenden Fäden ist keulenförmig angeschwollen und bekommt Auswüchse, deren Inhalt sich zu einzelnen kugeligen Zellen ausbildet, aus denen dann durch Theilung Reihen von solchen Zellen werden, so daß bald ein rundliches Köpfchen von Zellen, verleimt durch den von den Zellen ausgesonderten Schleim, auf der Spitze des Fadens hangt. Die niederliegenden Fäden erzeugen keine kugelige Zellchen und werden daher unfruchtbare Fäden genannt, indem die kleinen kugeligen Zellen als der zur Fortpflanzung der Schimmelpflanzen dienende Same zu betrachten sind. Dieselben fallen, wenn sie völlig ausgebildet sind, als ein grüngrauer Staub von den Fäden herunter und verwehen in der Luft. Jede einzelne Zelle bildet sich, wo sie immer einen geeigneten Boden, nämlich feuchtes Brod, findet, zu einem Schimmelfaden aus, welcher schnell einer Menge anderer Fäden die Entstehung zu geben vermag.

Wir unterscheiden bei den Schimmelpilzen zweierlei Zellen, nämlich diejenigen, welche die Fäden bilden und welche nur in ihrem Zusammenhange existiren können,

und diejenigen, aus welchen die Zellenhäufchen an der Spitze der Fäden zusammengesetzt sind, und welche, von der Mutterzelle losgetrennt, frei für sich wachsen und neue Fäden bilden können. Die ersteren verrichten nur die Ernährung und Athmung und bewirken das Wachsthum der Pflanze, die letzteren dienen zur Fortpflanzung, wenn gleich sie im Uebrigen nicht wahrnehmbar von den andern verschieden sind, als nur durch die Form und dadurch, daß mit ihnen eigentlich eine neue Reihe der Fadenzellen entsteht. Die Zellenvermehrung erleidet eine Unterbrechung mit der Bildung dieser kleinen Zellen, indem dieselben sich erst dann weiter vermehren können, wenn sie selber, von der Mutterpflanze losgetrennt, eigene Nahrung unmittelbar zu sich zu nehmen im Stande sind. Man nennt diese Zellen **Keimzellen** oder **Sporidien**. Die ganze Flockenmasse der Fadenzellen nennt man die Grundlage, das **Lager** (thallus) oder das **Flockengewebe** (mycelium) der Schimmelpilze.

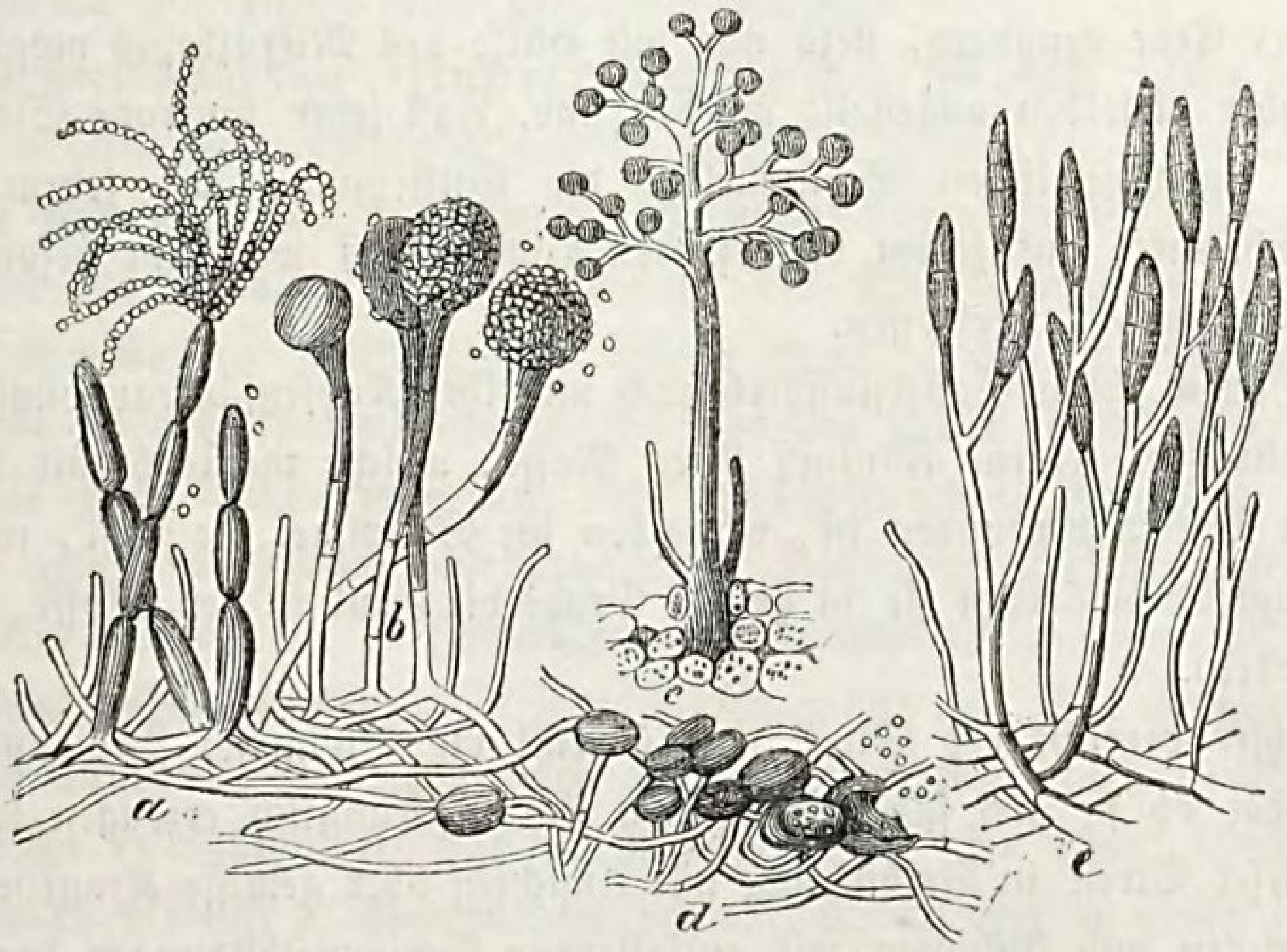


Fig. 7. Schimmel. — 100 fach vergrößert. *

a Graugrüner Pinselschimmel (Penicillium glaucum); *b* blauer Schlauchschimmel (Ascophora mucedo); *c* gemeiner Traubenschimmel (Botrytis parasitica); *d* gelber Herbarienschimmel (Eurotium herbariorum); *e* Kartoffelschimmel (Fusisporium solani).

Beim **Pinselschimmel** (Fig. 7), welcher auf fauligen Früchten häufig ist, geht die Bildung der Sporidien ganz ähnlich vor sich, nur ist die endständige Fadenzelle nicht angeschwollen, und die Reihen der Sporidien bilden freie fadenartige Schnürchen, welche zusammen ein pinselartiges Büschelchen auf dem Gipfel der Fäden darstellen. Dagegen bei den **Schlauchfadenpilzen** ist die gipfelständige Zelle ganz kugelig und bedeckt sich mit einer dichten Menge äußerst kleiner kugeliger Zellenauswüchse, deren Inhalt sich mit einer besonderen Zellhaut umgibt, worauf dann auch die äußere Zellhaut der einzelnen Auswüchse sich abschließt, so daß diese sich schließlich als Sporidien lostrennen. Bei den **Traubenschimmeln**, welche auf faulenden Pflanzen- und Thierstoffen in großer Mannigfaltigkeit angetroffen werden, ist der größte Theil des Fadens aus einer einzigen, aber nach allen Seiten, ohne Bildung absondernder Scheidewände, ästig ausgewachsenen Zelle gebildet, und die Spitzen dieser Aeste zertheilen sich vielfach, sondern sich aber dabei nach einer ähnlichen Zellenbildung, wie bei den vorher beschriebenen, als eigene Sporidien ab, welche anfangs als kleine Büschelchen auf den Aesten hangen und

endlich abfallen. Beim Herbarienschimmel, welcher an übel getrockneten Pflanzen unserer Sammlungen sich so leicht einfindet, ist das ganze Flockengewebe niederliegend, und es erzeugen sich auf demselben an solchen Punkten, wo die Fadenzellen sich strahlenförmig verästeln, einzelne kugelige aufgetriebene Zellen, innerhalb deren eine große Menge äußerst kleiner Sporidien sich bildet. Die Mutterzellen, welche man hier Behälterchen (peridiola) nennt, platzen später auf, so daß die Sporidien frei werden. Aehnliches geschieht bei dem verbreitetsten aller Schimmelpilze, dem gemeinen Kopfschimmel (Mucor mucedo), welcher auch oft auf Brod und andern Speisen wächst. Derselbe hat durch Scheidewände gegliederte, also mehrzellige Fäden, deren Endzelle, bei den fruchtbaren aufrechtstehenden wenigstens, blasenförmig aufschwillt, und innerhalb dieser Blase, welche das Peridiolum ist, entstehen sehr zahlreiche und äußerst kleine Sporidienzellen.

Die Zahl der Schimmelarten geht ins Unglaubliche, obgleich erst in wenigen Gegenden der Erde genauere, stets nur mit Hülfe des Mikroskopes mögliche, Untersuchungen über dieselben angestellt worden sind. Fast jeder faulende Stoff gibt einer besonderen, eigenthümlichen Schimmelart die Entstehung, auf jedem Miste einer besonderen Thierart, auf jedem verwesenden Wurme fast wird ein besonderer eigenthümlicher Schimmel angetroffen.

Theils durch ihren Sauerstoffverbrauch und ihre Kohlensäureausdünstung, theils aber auch durch die eigene Fäulniß ihrer Masse, welche meistens mit den übelsten, widerlichsten Düften verbunden ist, verderben die Schimmel die Luft, in welcher sie wachsen. Zugleich befördern sie in hohem Grade die Fäulniß der Stoffe, auf welchen sie sich ansiedeln.

Auch hier herrscht der Streit, ob überall die Schimmel stets aus Sporidien entstehen, oder ob sie aus fauligen Massen sich ursprünglich erzeugen können. Auch hier tritt dieser Streit in Verbindung mit Ansichten über gewisse Krankheiten, welche man bei Thieren und Pflanzen mit auffallenden Schimmelbildungen begleitet findet. Eine in Italien und andern Gegenden, in welchen Seidenraupen gezogen werden, äußerst berüchtigte und gefürchtete Krankheit ist die Muscardine (Italienisch Calcino) der Seidenraupen. Diese Krankheit ist allemal von einer Schimmelbildung begleitet, welche jedoch erst nach dem Tode des Thieres zur Erscheinung kommt, indem die Schimmelfäden unter der Haut in der Fettmasse des Hinterleibes entstehen und erst schließlich zur Bildung der Sporidien hervorbrechen. Es ist hauptsächlich ein Traubenschimmel (Botrytis Bassiana), welchen man bei der Muscardine beobachtet hat, aber auch eine andere Schimmelgattung (Trichothecium roseum) scheint dieselbe Krankheit hervorzurufen. Hier ist wirklich der Pilz die Ursache der Krankheit, welche in einer Zersetzung der Fettmasse des Thieres beruht. Man findet nicht allein bei allen zur Ordnung der Schmetterlinge gehörigen Thieren Krankheiten, in denen dieselben Schimmel sich zeigen, sondern es ist sogar gelungen, die Krankheit durch Sporidien des Schimmels gesunden Thieren einzuimpfen. — Bei einer bösartigen Ausschlagskrankheit, dem sogenannten Wabenkopfgerinde, hat man eine andere Schimmelart (Acharion Schoenleinii) als Ursache der Krankheit entdeckt und diese Entdeckung dadurch bestätigt, daß man den Pilz auf die Haut gesunder Personen einimpfte. — Die berüchtigste aller Kartoffelkrankheiten, welche seit einem Jahrzehent so sehr überhand genommen hat, daß die Cultur dieser

nützlichen Pflanze höchst mißlich geworden ist, findet sich stets begleitet von dem Erscheinen eines Schimmels (Fig. 7, e) innerhalb der Knollen, zwischen deren Gewebe die Pilzfäden sich unsichtbar fein verzweigen. Hie und da brechen strauchartig verästelte Fäden in Büschelchen aus den Knollen hervor. Dieselben zeigen wenige Scheidewände; aber aus ihren Enden bildet sich eine Anzahl von aneinander gedrängten Sporidien, welche zusammen spindelförmige Verdickungen der Aeste darstellen. Um diese Schimmelfäden zu sehen, muß man kranke Kartoffeln einige Zeit im Keller liegen lassen. Die Bildung der Pilze ist allemal verbunden mit einer, wie es scheint durch die Cultur herbeigeführten, Vermehrung der Proteinsubstanzen, welche in den Kartoffeln enthalten sind, und krankhafter Zersetzung derselben.

Die Schimmel bedürfen ebenso, wie die einzelligen Pilze, nur wenigen Lichtes zu ihrem Gedeihen; ganz können sie desselben jedoch nicht entbehren, indem sie in völliger Finsterniß wenigstens keine Sporidien erzeugen.

An feuchten, dumpfigen, finstern Orten bilden sich nicht selten außerordentlich starke und auffallende Schimmelgewebe, welche sich von den eigentlichen Schimmeln dadurch unterscheiden, daß man bei ihnen noch nie die Bildung von Sporidien beobachtet hat. Solche Gewebe scheinen als Mißbildungen anderer Pflanzen, insbesondere von Lagern vollkommener Pilze, zumal Hautpilze, von Flechten und Moosen, theils aber auch von Wurzeln oder von den Zellen anderer Organe höherer Pflanzen, wie z. B. von Holzzellen oder Blättergeweben, betrachtet werden zu müssen. Es gehört zu solchen das sogenannte Kellertuch (Racodium cellare), welches als ein dichtes, oft zu Feuerschwamm benütztes Filzgewebe nicht selten die Fässer in Weinkellern überzieht, und der Brunnenzopf, eine ähnliche, aber oft mit holzartigen Wurzeln zusammengewachsene Masse, welche sich in hölzernen Brunnenröhren bisweilen so ansammelt, daß es diese verstopft. In dieser Masse hat man in einigen Fällen deutlich Weidenwurzeln erkannt. Ferner sind zu solchen Bildungen die Wurzelschwämme (Rhizomorpha) zu rechnen, welche bald als ein äußerst zartes Schimmelgewebe, bald als ein Gewirre derber holziger, aber äußerst langgestreckter, wurzelartiger Auswüchse aus den Holzmassen der Bergwerkszimmerungen hervorwachsen. Diese haben die im Pflanzenreiche übrigens in ähnlicher Weise nicht vorkommende, dagegen bei der Fäulniß von pflanzlichen und thierischen Stoffen häufig beobachtete Eigenschaft, im Finstern zu leuchten. Besonders zeigt sich diese Erscheinung an den jüngsten Sprossen der wurzelartigen Rhizomorphen. Es scheint, daß eine langsame Verbrennung, die Vereinigung der die Zellen umhüllenden schleimigen Materie mit dem Oxygenium der Luft, die Ursache des Leuchtens sei. Die leuchtende Masse läßt sich von den Fäden mit den Fingern abwischen. Bei faulenden Hautpilzen ist ein ähnliches Leuchten, ebenso wie bei faulendem Holze, häufig zu beobachten.

III. Klasse. Die Bauchpilze.

Bei Landwirthen und Gärtnern ist die Erscheinung gefürchtet, welche man mit dem Namen Mehlthau (Fig. 8) zu benennen pflegt, und früher allgemein, wie dieser Name andeutet, für einen atmosphärischen Niederschlag hielt. Die Blätter der Pflanzen zeigen plötzlich sehr häufige kleinere und größere weißliche Flecken, als ob Mehlwasser auf dieselben gespritzt und eintrocknend der feine weiße Staub desselben zurückgeblieben sei. Später werden diese Flecken zum Theil braun und selbst ganz schwarz, dann aber erkennt schon das bloße Auge äußerst kleine glatte warzenartige Höckerchen auf dem Blatte, welche wie eingetrocknete Firnißtröpfchen erscheinen.

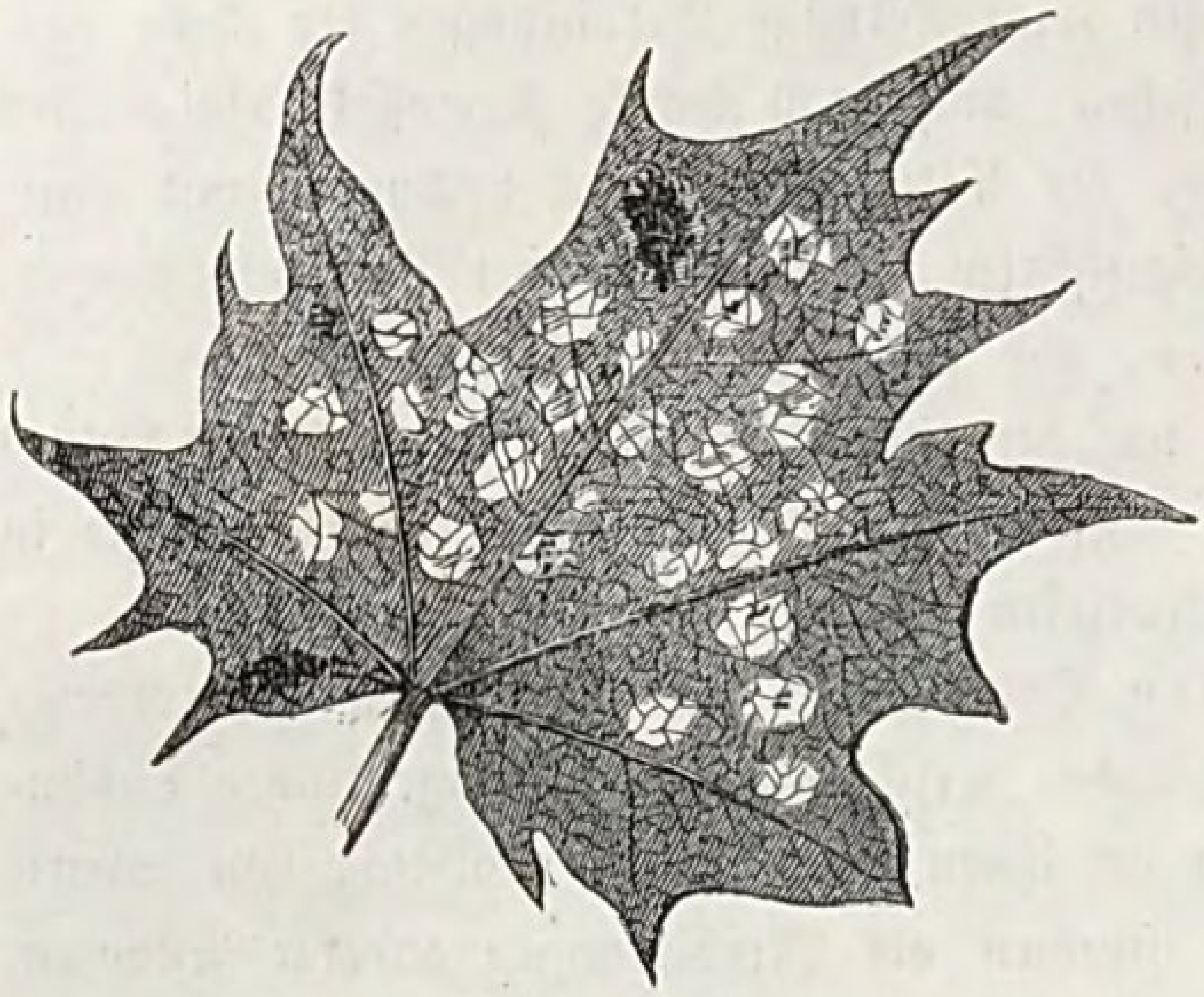


Fig. 8. Mehlthau (Erysibe bicornis) auf dem Blatte des Platanenahorns (Acer platanoides).

Schon mit Hülfe einer Lupe erkennt man die weißlichen Flecken als ein äußerst feines Gewebe seidenartiger Flöckchen, einem Schimmellager in hohem Grade ähnlich. Auf diesem bilden sich kugelige Zellen, welche schwarzbraun erscheinen und bei ihrer großen Häufigkeit mit der reichlichen gallertartigen Schleimmasse, welche sie aussondern, mehr und mehr zusammenfließen, so daß sie zuletzt das weiße Gewebe ganz verdecken. Diese Zellen sind mit einem gallertartigen Schleime auch innen gefüllt und bilden sich zu Behältern (peridia) aus. Es entwickeln sich nämlich in dem sie erfüllenden Schleime eine oder mehrere Tochterzellen, welche ihrerseits als Behälterchen (peridiola) für die noch kleineren Sporidien oder Keimzellen, die sich in ihnen bilden, zu betrachten sind. Uebrigens ist das Flockenlager der Mehlthaupilze auch in dem Gewebe der Blätter und Stengel verbreitet, was sich einerseits dadurch zeigt, daß um die mit braunen oder schwarzen Peridien bedeckten Ausbreitungen des Lagers herum das Blatt meistens mehr oder weniger ausgedehnte gelb oder grau gewordene Flecken besitzt, andererseits dadurch, daß nicht selten die Peridien sich auf der untern Seite des Blattes entwickeln und somit die Flocken das ganze Blatt durchwachsen und durchweben. Die Peridien öffnen sich schließlich auf ihrem Gipfel, so daß die Peridiola und aus diesen wieder die Sporidien hervortreten können.

Der Mehlthaupilz ist ein Beispiel für die Bauchpilze, deren Benennung daher rührt, daß bei manchen größeren Arten die Peridien zu dicken bauchigen Schwammmassen ausgebildet sind. Gerade die sehr zahlreichen mikroskopischen Gattungen sind aber die wichtigsten, denn sie drohen dem Menschen empfindlichen Schaden. Uebrigens ist die Art, wie dieselben sich verbreiten, keineswegs bekannt. In vielen Fällen scheinen sie wirklich durch angeflogene Sporidien zu entstehen. So sieht man mitunter Rebenspaliere von oben bis unten streifenweise mit Mehlthau gleichsam beschüttet und selbst die am Boden in dem gleichen Striche stehenden

Pflanzen von dem gleichen Uebel befallen. Zwar unterscheidet man mehrere Arten von Mehlthau, allein dieselben scheinen sich über eine große Menge von Pflanzengattungen ohne Unterschied zu verbreiten. Uebrigens bemerkt man vor dem Erscheinen der weißen Pilzflecken nicht selten deutlich klebrig schleimige Feuchtigkeit. Die ganze Entwicklung dieser Pilze ist noch sehr ungenügend bekannt. Krankheit der befallenen Pflanzentheile ist allemal mit ihrem Auftreten verbunden.

Sehr unbekannt ist überhaupt noch die Entwicklung der Bauchpilze im Allgemeinen. Bei denjenigen, deren Peridien eine bedeutendere, mitunter apfels- oder faustgroße, oder selbst noch massivere Ausdehnung erlangen, ist gleichwohl das Flockenlager nur sehr gering und oft kaum zu finden. Die Fadenzellen des Flockenlagers sind verästelt und stehen mannigfach mit einander in Verbindung. Bei den Mehlthaupilzen sieht man unter jedem Peridium vier Fäden sich vereinigen und gleichsam wie Stützen unter demselben stehen. Es scheint auch bei den größeren Bauchpilzen das Peridium ein gemeinsames Erzeugniß der Fäden des Flockenlagers zu sein. Hier aber besteht das Peridium dann nicht bloß aus einer gefüllten Zelle, sondern in einer gemeinsamen, mehr oder weniger kugeligen, gallertartigen Schleimmasse befinden sich sehr zahlreiche Zellen, welche fadenartig ausgedehnt, vielfach verästelt und unter einander verwoben sind, und in ihrer Gesammtheit, wie es scheint, eine Schleimmasse umschließen, welche sie selber aussondern und in welcher fortwährend neue Fadenzellen sich entwickeln. So entstehen mehr oder weniger große Knollen oder Kugeln, deren äußeres Gewebe allmählig dadurch fester wird, daß innerhalb der Fadenzellen neue Zellstoffschichten sich bilden und sich verdickend an die erste äußere Zellenwandung anlegen, der schleimige Firniß aber austrocknet und die Zellen zusammenleimt. So entsteht eine feste papier- oder lederartige Hülle, welche zugleich eine dunklere, aus dem Weißen ins Graue oder Gelbe, Braune, Schwarze übergehende, mitunter aber auch, wenigstens bei solchen Gattungen, deren Peridien dem Lichte ausgesetzt wachsen, lebhaft orangegelbe oder rothe Färbung annimmt. Die Fadenzellen im Innern des Knollens, entweder ganz im Mittelpunkte oder auch zwischen diesem und dem Umfange in einer bestimmten Schicht, erzeugen kleine kugelige S p o r i d i e n, wie es scheint in ähnlicher Weise wie die Schimmelpilze. Diese Sporidien liegen, wenn das Wachsthum des Pilzes aufhört und die ganze Masse trocken wird, als ein brauner pulveriger Staub, mit vertrockneten, filzig verwobenen lockeren Flockenmassen untermengt, im Innern des Peridiums und werden dadurch, daß dieses auf dem Gipfel oder im Umfange schließlich aufreißt, dem Winde und Regen zur Verbreitung preisgegeben. So entwickeln sich die bekannten S t ä u b l i n g e oder B o v i s t e (Fig. 9, a), deren sehr geringes Flockengewebe auf Angern und Feldrainen, wo das Vieh weidet und wo Mist oder andere thierische und pflanzliche Stoffe im Boden faulen, unter dem Rasen im Boden liegt und deren Peridien anfangs als feuchte weiße kugelige Knollen aus der Erde kommen, später aber zu kelch- oder becherförmigen, trockenen, graugelben Ballen aufschwellen, die, wenn man mit dem Fuße daran rührt, aufplatzen und eine Wolke von Sporidienstaub ausstoßen. Manche Arten sind auf der Peridienhaut mit Läppchen, Schülfern, Fetzen oder rauhen Wärzchen besetzt, theilweisen Lostrennungen oder Auswüchsen des Fadenzellengewebes. Bevor die Zellenwandungen der Boviste durch Verdickungsschichten zu hart geworden sind, in ihrem weißfarbigen Zustande,

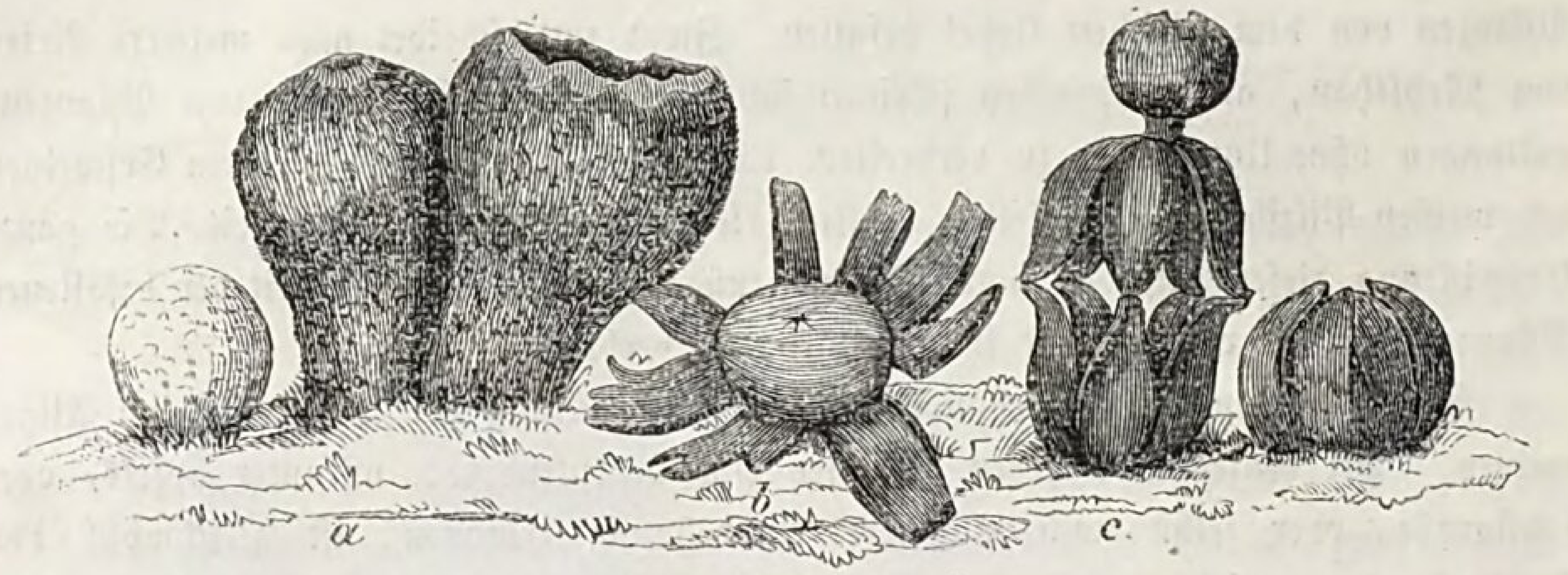


Fig. 9. Bauchpilze. *

* a Der warzige Bovist (Lycoperdon verrucosum) in verschiedenen Alterszuständen; b der Wetterstern (Geaster hygrometricus); c der Doppelstern (Geaster fornicatus).

kann man dieselben genießen, und da dieselben sowohl in den Zellen, als zwischen denselben viele Proteinsubstanz enthalten, so geben sie eine nahrhafte Speise. Manchmal erreichen die Peridien eine Größe von mehr als einem Fuße im Durchmesser; das Flockengewebe ist dabei oft kaum zu entdecken.

Bei den Erdsternen (b) oder Hüllenstäublingen sondert sich, ohne daß man die Entwicklung dieser Bildung genügend kennte, die äußere Gewebeschicht des Peridiums als eine lederartige dicke Hülle von einer darunter liegenden, papierartig dünnen inneren Schicht. Die letztere umschließt die Sporidien, welche zwischen einem dichten Flockengewebe eingestreut liegen. Die äußere Hülle reißt vier- oder mehrtheilig auf dem Gipfel auf und schlägt sich trocknend ganz zurück, so daß sie eine sternförmige Ausbreitung bildet, ja, indem sie an ihrem Grunde sich ganz vom Boden loslöst und die einzelnen Lappen sich niederwärts krümmen, wird endlich das innere Peridium frei in die Höhe gehoben, besonders wenn es auf einer Art Stiel steht. Dasselbe reißt auf dem Gipfel auf und gibt die Flocken und Sporidien der Verstäubung preis. Bei jeder Veränderung des Feuchtigkeitszustandes der Luft ändert das äußere Peridium seine Lage. Bei einer Art theilt es sich schließlich sogar wieder in zwei verschiedene Schichten, welche nur an den Spitzen der Lappen zusammenhalten. Dann hebt sich die innere Schicht, indem die Lappen sich unterwärts krümmen, während zugleich die Lappen der äußeren Schicht sich wieder kelchförmig nach oben zusammenneigen (c).

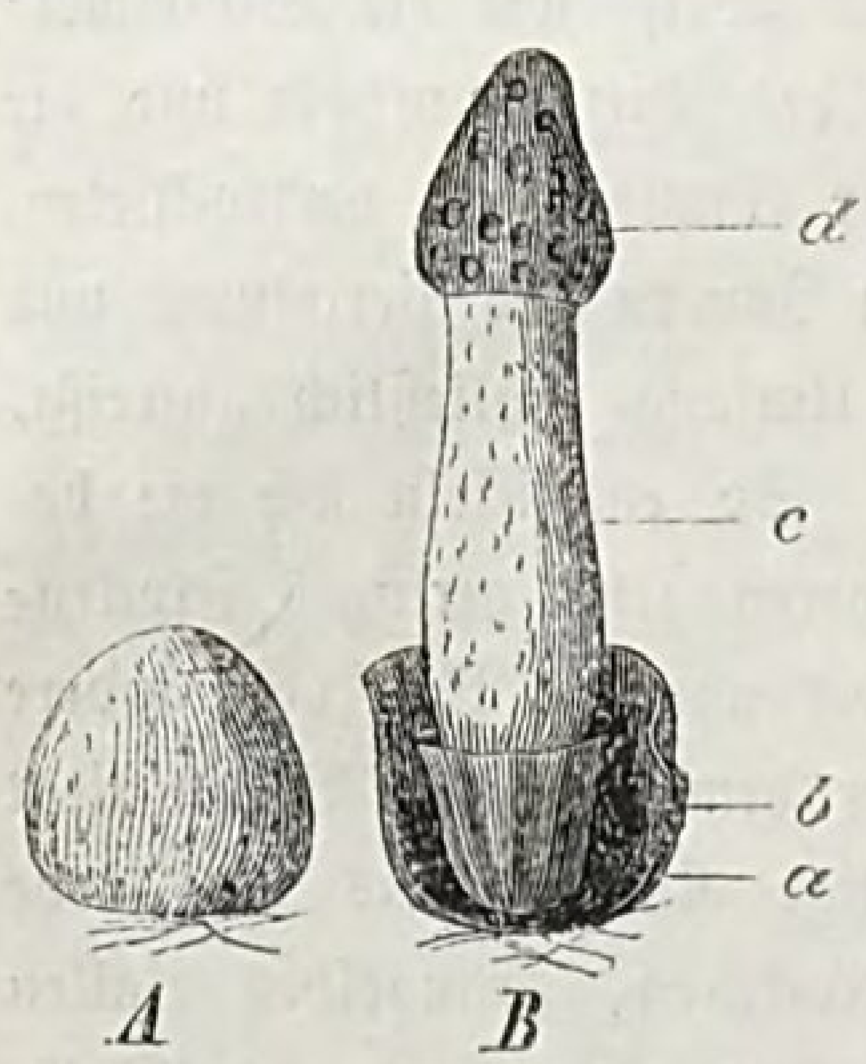


Fig. 10. Die stinkende Gichtmorchel (Phallus impudicus). *

* A Jugendzustand mit unversehrtem Peridium; B vollendeter Entwicklungszustand. — a äußeres Peridium, geöffnet; b inneres Peridium; c Strunk; d Hymenium.

Die Stinkmorcheln (Fig. 10) sind Bauchpilze, deren äußeres Peridium anfänglich eine eiförmige Hülle darstellt. Die innere Masse wächst aber daraus hervor, wobei sie die Hülle an ihrem Gipfel manchmal mit einem puffenden Knalle sprengt, und streckt sich als ein ekelhaft schleimiger, weißer und auf dem Gipfel auffallend grün oder roth gefärbter Zapfen daraus hervor, welcher durch seinen aashaften Duft die Fleischfliegen anlockt. Der gefärbte Schleim auf dem Gipfel dieses Zapfens enthält die Sporidien dieser seltsamen Pilze, welche sich, mehrere an der Zahl, auf der Spitze fadenartiger Zellen bilden (Fig. 11).

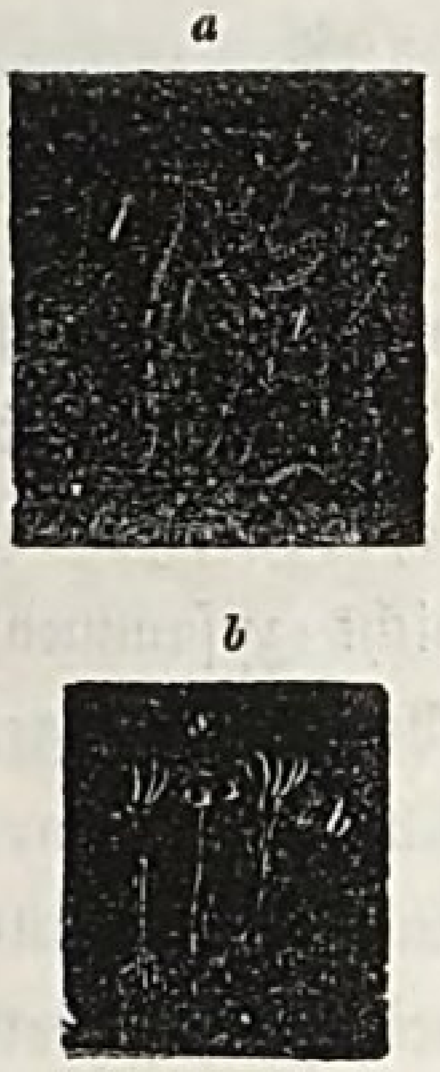


Fig. 11. *

* *a* Ein Stückchen der gerunzelten schleimigen Sporidienschicht von der stinkenden Gittermorchel (**Clathrus cancellatus**); *l* Gruben, in deren Umrisse die Sporidien wahrzunehmen sind.

b Einige Sporidiengruppen (*s*) auf den Fadenzellen (*b*). — Vergrößert.

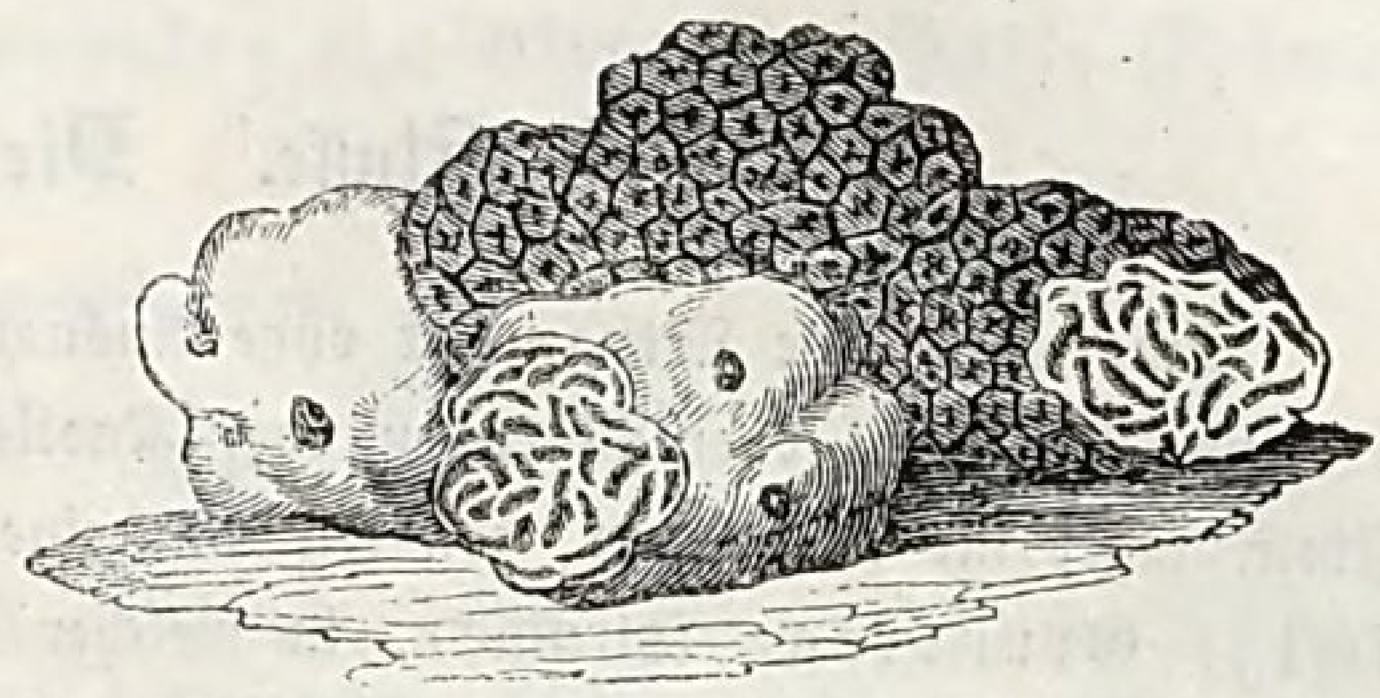


Fig. 12. Weiße (junge) und schwarze (alte) Trüffeln (**Tuber cibarium**). — Zwei Knollen sind angeschnitten, um die Adern zu zeigen, in denen die Sporidienbehälter liegen.

Die als Delikatesse so sehr gesuchten Trüffeln (Fig. 12) sind knollenförmige Peridien von Bauchpilzen, deren Flockengewebe gar nicht aufzufinden ist. Sie wachsen ganz unter dem Boden, sind knollenförmig wie Erdäpfel, äußerlich anfangs weiß, später schwarz und mit scharfen Runzelfurchen versehen; innen ist das Gewebe sehr dicht und fest, weißlich, mit dunkleren Adern gleichsam marmorirt. In diesen dunkleren Adern liegen weißliche Peridiola, in denen sich die Sporidien befinden. Die Trüffeln sind äußerst nahrhaft, angenehm duftend und wohlschmeckend.

Bei manchen Bauchpilzen sind mehrere innere Peridien vorhanden, welche sich innerhalb des äußeren Peridiums ganz abgeschlossen ausbilden, so daß sie, wenn letzteres aufreißt, wie Nüßchen darinnen liegen. So ist es bei den Becherpilzen (**Cyathus**). Anfänglich ist das lederartige, becherförmige, auf dem Gipfel flache, außen flockig lockere Peridium mit einer wasserhellen Gallerte angefüllt, in welcher sich mehrere Sporidienbehälterchen bilden, deren Form linsenartig, deren Substanz fleischig ist und welche weder unter einander noch mit dem äußeren Peridium verwachsen erscheinen. Die Gallertmasse trocknet später zu einem Firniß ein, durch welchen die Sporidienbehälterchen glänzend und fest werden; der flache Gipfel des Peridiums löst sich durch die Trockniß rings herum als ein Deckel los. Die Becherpilze wachsen zwischen faulen Blättern am Boden.

Die Zahl und Mannigfaltigkeit der Bauchpilze ist außerordentlich, obgleich man sie erst in wenigen Gegenden der Erde untersucht hat. Ihre Entwicklung bietet noch vielen Stoff zu Nachforschungen dar. Sie wachsen auf allen faulenden und abgestorbenen, sehr häufig aber auch auf noch lebenden Pflanzentheilen, sowie auf jedem durch solche oder durch thierische Massen gedüngten Boden. Bei weitem die meisten sind dem bloßen Auge kaum wahrnehmbar oder zeigen sich bloß als Fleckchen, Pünktchen oder Wärzchen.

IV. Klasse. Die Kernpilze.

Eine unendliche Menge fast ohne Ausnahme dem bloßen Auge nur als unbedeutende Pünktchen oder Wärzchen oder Knollen erscheinender Pilze zeigt von einem Flockenlager nie eine Spur, sondern nur eine unbestimmte schleimige oder fleischige Grundlage (stroma), in welcher einzeln oder dicht zusammengedrängt Sporidienbehälter liegen. Diese Pilze sind mit den schleimreicheren einzelligen Pilzen durch viele Beziehungen verwandt. Die Schleimmasse enthält sehr kleine Zellen, welche unfruchtbar zu sein scheinen, während einzelne, vollkommen ausgebildete, die Sporidienbehälter darstellen. In diesen größern und meistens sehr verhärteten, daher wie Kerne in dem fleischigen Lager liegenden Zellen, bilden sich in mehr oder minderer Zahl die Sporidien, welche schließlich durch eine punktförmige Oeffnung aus dem freien Gipfel des Behälters ihren Ausweg finden. Bald liegen die Kernpilze (Fig. 13) vereinzelt, bald in einer gemeinsamen, mehr oder weniger ausgebreiteten Schleimmasse, die gewöhnlich, besonders an der Oberfläche, körnig krustenartig erhärtet, vereinigt. Fast jeder der Witterung ausgesetzte Pflanzentheil, die Zweige der Bäume, Stengel und Blätter geringerer Pflanzen, Bauholz und selbst thierische Stoffe sind mit derartigen Pilzen bedeckt, welche oft unter der Oberhaut der Pflanzen ganz verborgen bleiben, dieselbe nur warzenförmig oder reifenförmig auftreiben und wie kleine Geschwürchen oder Wülstchen aus denselben hervorbrechen. In den Sporidienbehältern, welche man bei dieser Klasse Schläuche (asci) zu nennen pflegt, während die umgebende Kruste Perithecium genannt wird, liegen die Sporidien mit einer Schleimmasse, welche bei einigen Arten so vorherrschend ist, daß sie wurmförmig aus den Schläuchen herausdringt, wobei die noch keineswegs genügend erklärte Erscheinung vorkommt, daß diese wirklich auf den ersten Blick wurmartigen Maden sehr ähnlichen Massen stoßweise hervordringen und sich wieder zurückziehen. Diese Bewegung sieht man in höchst auffallender Weise mitunter bei den auf faulenden Blätterschwämmen (Agaricus) wachsenden Tropfenschnellern (Sphæronema). — Die Mehrzahl der Kernpilze zeigt große Uebereinstimmungen im Bau, so daß man schon mehr als 500 Arten in der einen Gattung Kugelpilze (Sphæria) vereinigt hat. Kaum mögen die einzelligen Pilze und die Schimmelpilze mit der unermeßlichen Zahl und Mannigfaltigkeit wetteifern, in welcher diese Kugelpilze besonders in den feuchten Jahreszeiten überall erscheinen. Nicht selten sehen abgefallene Zweige, Baumstöcke und Bauhölzer stellenweise kohlenschwarz, wie verbrannt aus durch die dichten Schaaren schwarzer Sphärien, mit welchen sie bewachsen sind. Wo diese Pilze sich auf lebenden Pflanzentheilen ansiedeln, da werden diese verkrüppelt. Nicht selten findet man Blätterpilze so sehr mit gewissen Sphärien bedeckt und dabei zu einfachen oder ästigen Krüppeln umgestaltet, daß man diese Erscheinung gänzlich mißdeutet und in den Werken der Botaniker als besondere

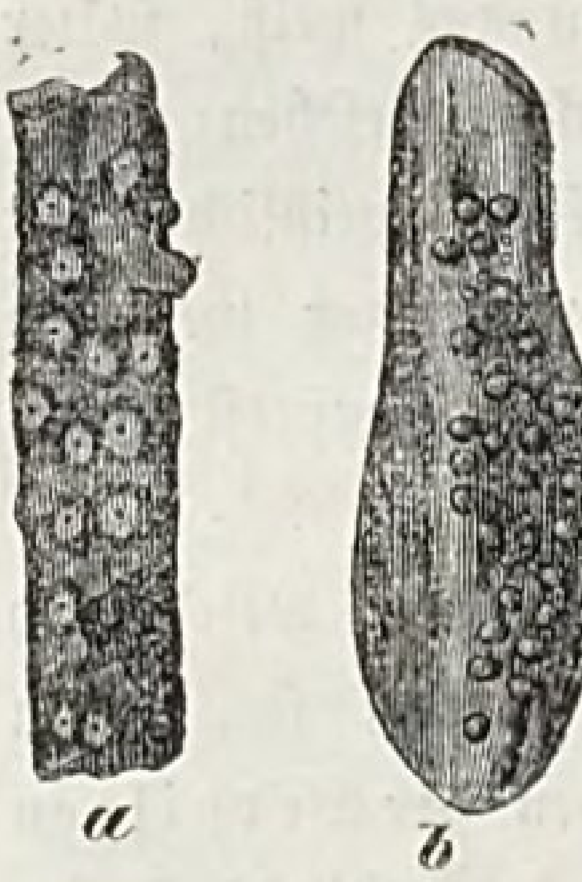


Fig. 13. Kernpilze. *

* a Der zitzenförmige Kugelschwamm (Sphæria mammillana) auf einem trockenen Erlenzweige; man bemerkt die punktförmigen Oeffnungen in der Oberhaut und an den Stellen, wo letztere abgesprungen ist, die warzenförmigen Pilzfrüchtchen.

b Der Faschinenkugelschwamm (Sphæria aquila) an einem Span von altem Faschinenholze.

Kugelpilzform unter dem Namen Hypoxylon oder Hirschgeweihpilz (Sphæria hypoxylon) beschrieben findet.

V. Klasse. Die Hautpilze.

Die Hautpilze, zu denen fast alle großen Pilze gehören, die man auf dem Waldesgrunde, auf Viehweiden und Düngerstätten antrifft, haben ihre Benennung von einer hautartig zusammengedrängten Zellenschicht, dem sogenannten Hymenium, in oder auf welcher sich die Sporidien derselben erzeugen. Uebrigens zeigen sie große Verschiedenheiten.

Das Lager ist bei allen Hautpilzen flockig, aus klaren, schimmelähnlichen Fadenzellen filzartig, aber ganz locker, zusammengewoben. Man übersieht dasselbe leicht, da es stets im Boden oder unter der Rinde der Bäume verborgen bleibt, während die Pilzfrucht, der Theil, welchen man gewöhnlich allein in's Auge faßt, frei auf demselben hervorwächst, oder die Schicht des Lagers, von welcher sie anfänglich bedeckt ist, wenigstens später durchbricht.

Bei der Ordnung der Zitterpilze (Tremellini) ist das Flockenlager wenig oder gar nicht entwickelt. Eine flockig fleischige oder zellig gallertartige, lappige Masse von unregelmäßiger, mitunter fast blattartiger Form, wächst rasch hervor und wird durch Trockniß später dünn, leder- oder knorpelartig. Beim Hollunderschwamme oder Judasohre (Fig. 14) hat dieselbe eine gewisse Aehnlichkeit mit den nackten Ohren der Mäuse. Die äußere, übrigens nicht eben deutlich unterschiedene Zellenschicht besteht großentheils aus kleinen kugeligen Keimzellen, deren Entstehung nicht genügend bekannt ist, wahrscheinlich aber durch Zellenbildung in den Spitzen der Fleischzellen und spätere Abtrennung vor sich geht, indem man dieselben nicht selten noch mit Spuren einer schlauchförmig sie umhüllenden äußeren Zellhaut versehen findet.

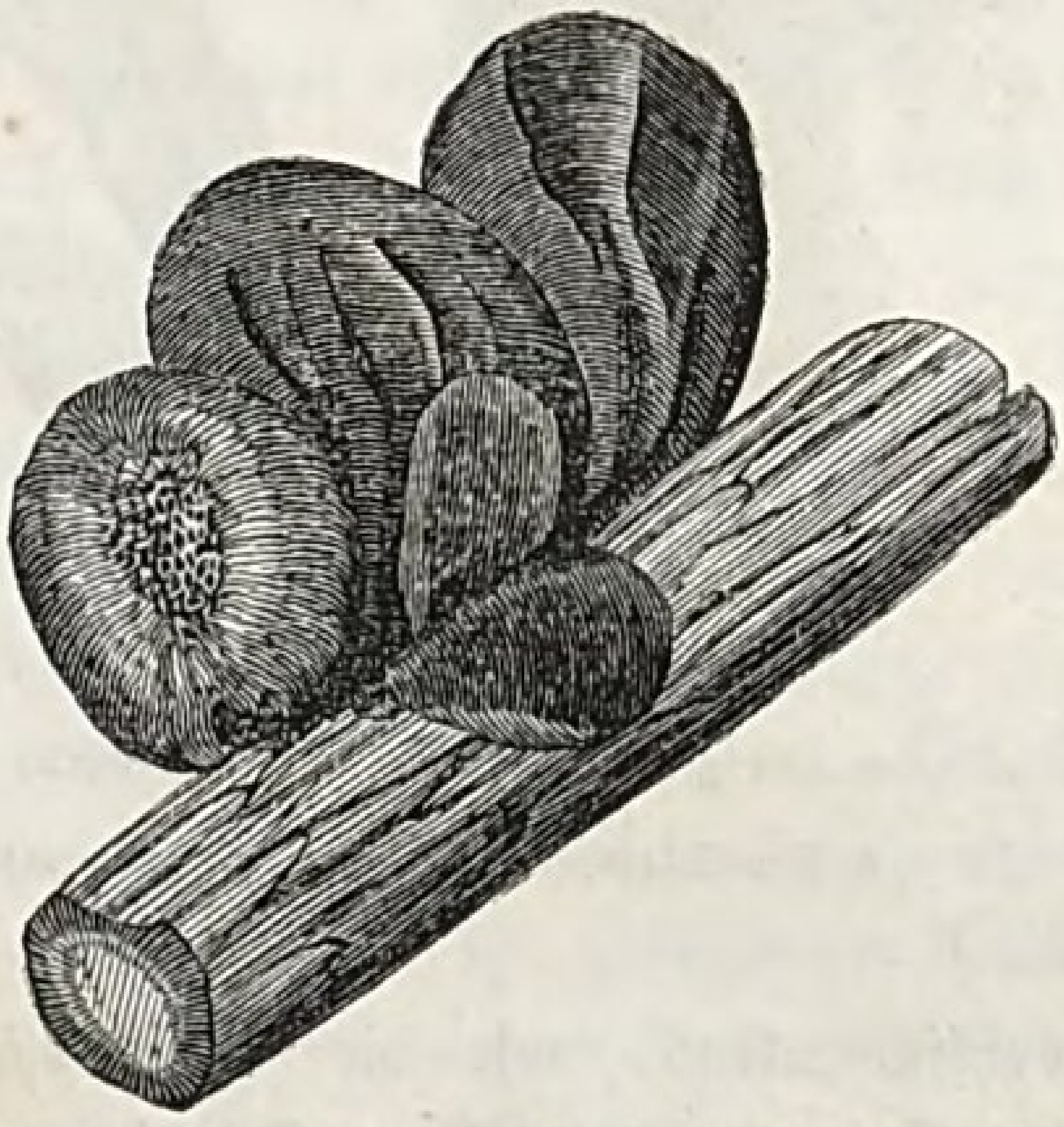


Fig. 14. Der Hollunderschwamm (Exidia auricula Judæ) auf Hollunder.

Auch bei den Becherpilzen und Morcheln, welche man in der Ordnung der Morchelpilze (Helvellini) zusammenfaßt, ist das Flockenlager sehr unbedeutend und oft kaum zu spüren. Die ersteren wachsen ohren-, muschel- oder becherförmig empor, die letzteren kolbenförmig, wobei sie aber am obern Ende eine mehr oder weniger flache schildförmige oder gar hutförmig nach unten über den Stiel zurückgefaltete Ausbreitung besitzen. Bei allen ist die obere Fläche allein mit der Sporidienhaut versehen, bei den Becherpilzen das Innere des Bechers, bei den Morcheln (Fig. 15) die Scheibe oder der Hut. Dieses Hymenium ist meistens schleimig und nicht selten tief runzlich blatternarbig. Während die Fleischmasse aus Fadenzellen locker und schleimig zusammengewoben erscheint, besteht das Hymenium aus mehr eiförmigen Zellen, von denen die meisten jedoch fadenförmig zusammenschrumpfen und unfruchtbar

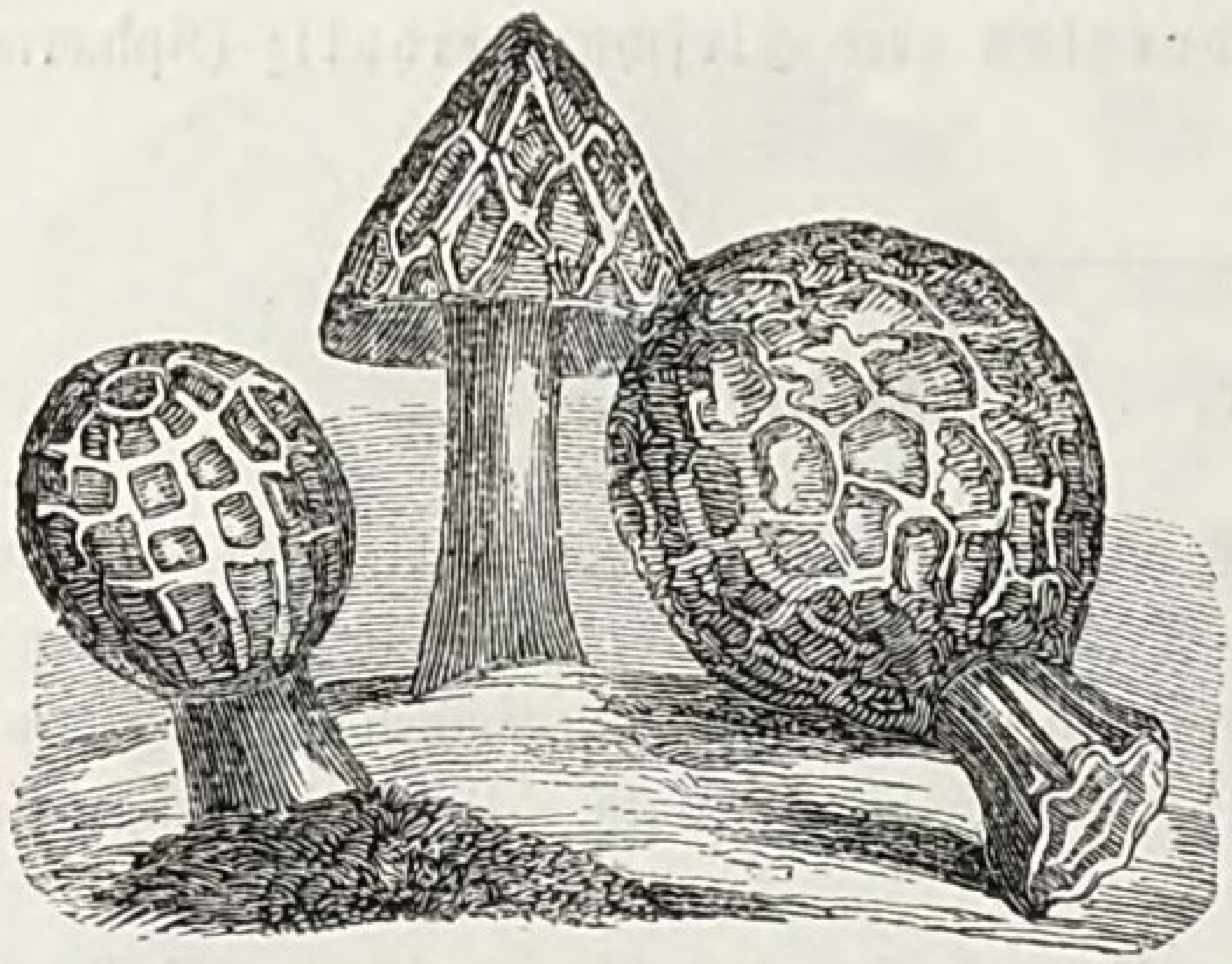


Fig. 15. Die eßbare Morchel (Morchella esculenta).

bleiben, in welchem Zustande sie dann Paraphysen genannt werden, während einzelne andere sich stärker ernähren, so daß sie kleine Schläuche darstellen, und in diesen sich zwei, vier, sechs oder acht Sporidienzellen durch Theilung des Inhaltes ausbilden.

Die Keulenpilze (Clavariacei) wachsen als zapfen- oder kolbenförmige, oft vielfach verästelte, mitunter korallenähnliche, Massen auf ihrem Lager empor und sind auf der Außenfläche überall mit Hymenium bekleidet. Die Sporidien bilden sich hier in einer eigenthümlichen, nur bei den Hutpilzen ganz ebenso, und bei den Stinkmorcheln ähnlich, vorkommenden Weise. Zwischen den mehr rundlichen Zellen des Hymenium erheben einige zerstreute sich kolbenartig und bekommen auf dem Gipfel zwei, vier oder mehr sehr kleine Aeste, in deren Ende sich je eine Sporidienzelle bildet und durch Abschließung in der Art sondert, daß der Ast unterhalb derselben zu einem dünnen fadenförmigen Stielchen einschrumpft. Die meisten Keulenpilze (Fig. 16) sind von zart-fleischiger Substanz und viele sehr wohlschmeckend, wie die Bocksbärte (Clavaria) oder Korallenschwämme. Indessen gibt es auch manche, bei welchen die Zellen des keulenförmigen Pilzstockes durch Verdickung ihrer Wandungen fest und holzartig werden.

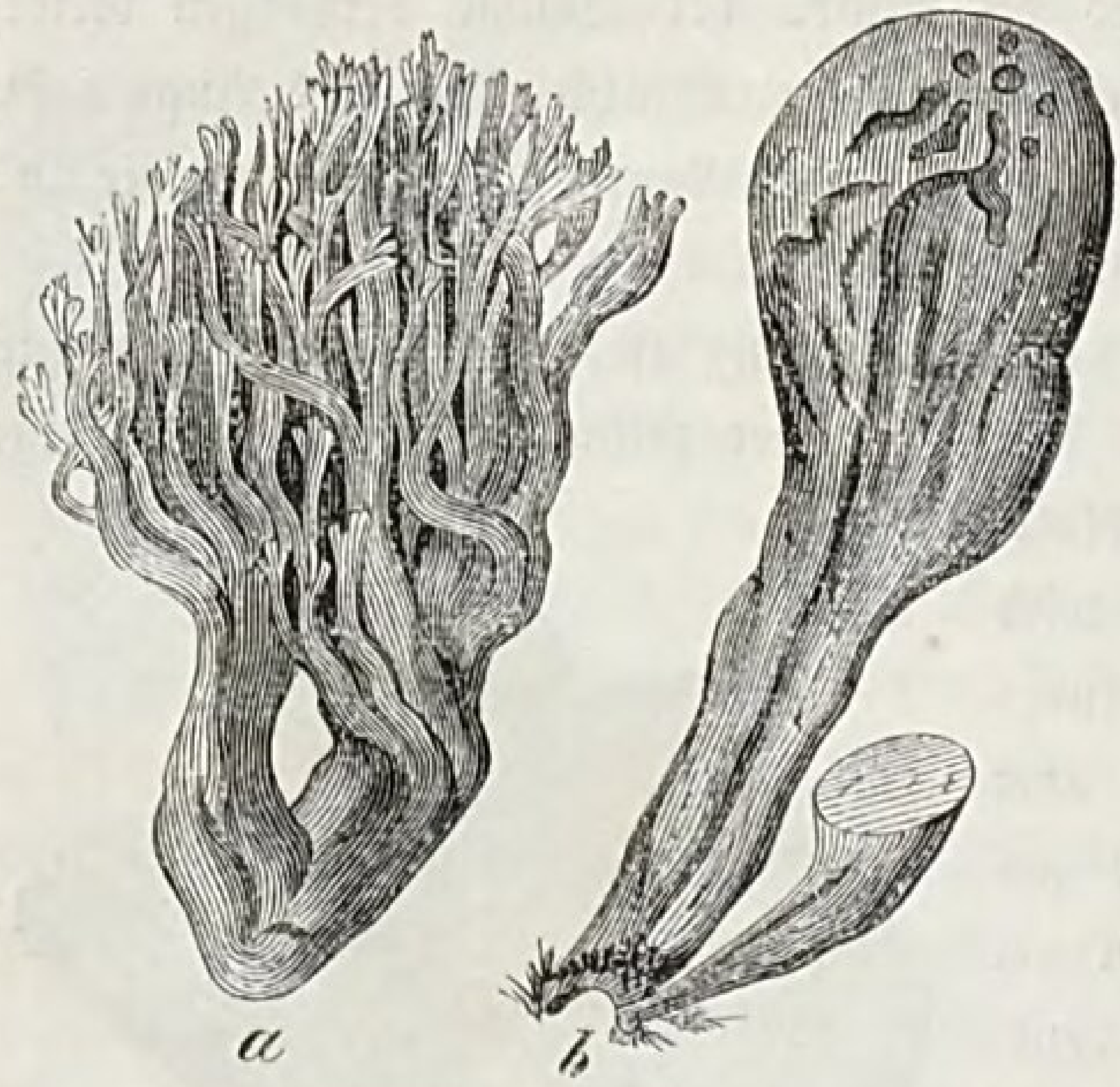


Fig. 16. Keulenpilze. *
* a Der gelbe Bocksbart (Clavaria flava) (ein Bruchstück).
b Der Stempelpilz (Clavaria pistillaris).

Die Hutpilze (Pileati) sind bei Weitem die vollkommensten Pilze. Auch bei diesen ist das Flockenlager stets nur unbedeutend. Die Frucht wächst anfänglich kugelförmig hervor, wie ein Bovist, von einer dünnen weichen, schleimigen, weißflockigen Schicht des Lagers hautartig ganz umhüllt. Innerhalb dieser Haut, eines wahren Peridiums, welches aber hier Schleier (velum) genannt wird, befindet sich das kurzgestielte, kugelförmige Pilzgewebe, welches im Umfange eine dichte, besonders nach oben zunehmende Schicht ziemlich dichten und festen Gewebes, aus flockenartig langgezogenen, selten kuglig runden Zellen (Fig. 17), und, als Fortsetzung des Stieles, eine festere Mittelsäule von gleicher Beschaffenheit besitzt. Von der Schicht des Umfanges ragen strahlenförmig zur Mittelsäule sehr zahlreiche schmale Blätter oder statt deren eine feinröhrige Schicht herein. Indem der Pilz wächst trennt sich die äußere kugelige Schicht mit den Blättern oder Röhren um den Grund der



Fig. 17. Filzartiges Fadenzellgewebe des gemeinen Champignon (Agaricus campestris); 50fach vergrößert.

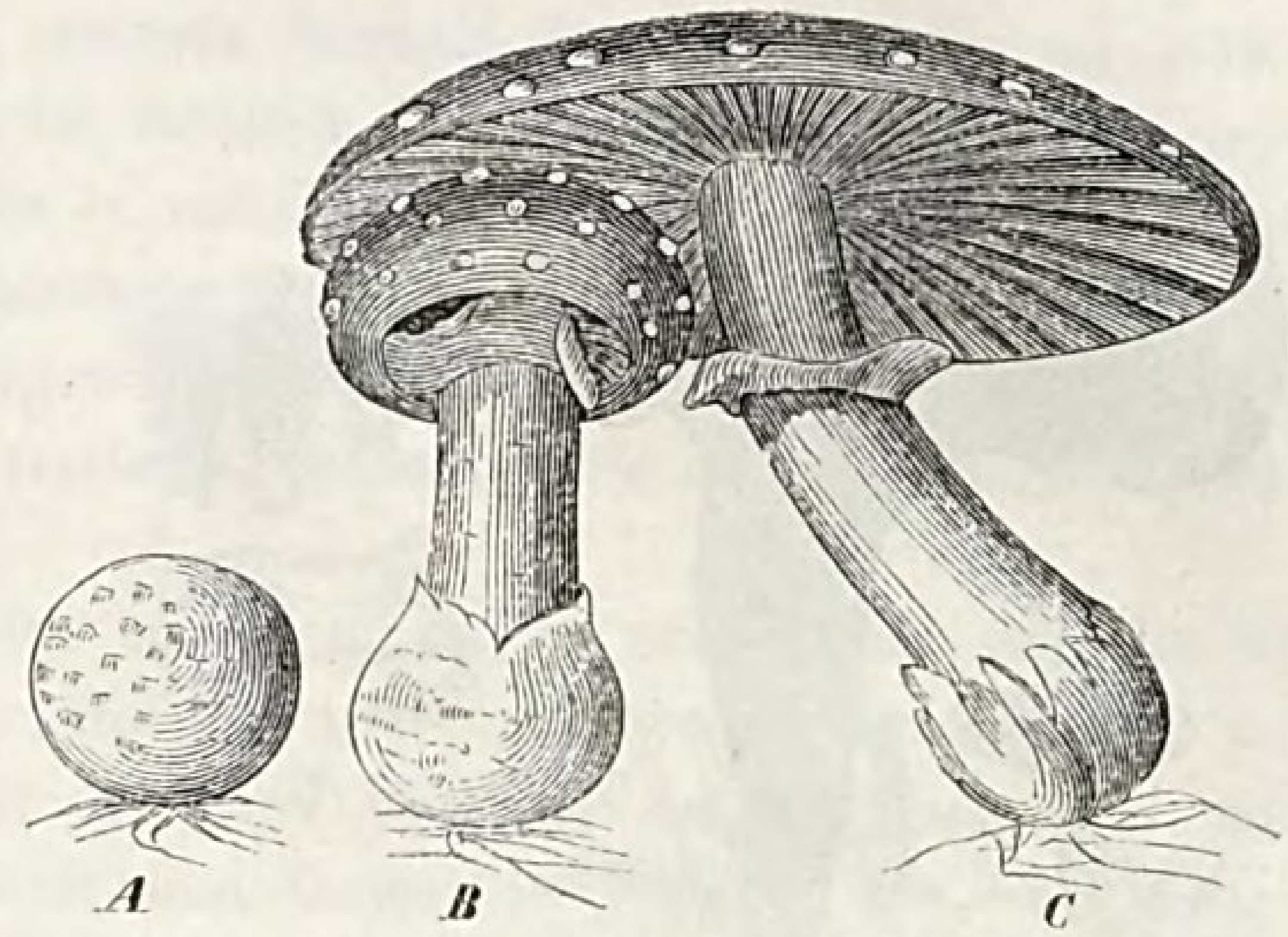


Fig. 18. Der Fliegenschwamm (Amanita muscaria) in verschiedenen Entwicklungszuständen.

Mittelsäule los und hebt sich, indem sie zugleich sich ausbreitet, wie ein Hut empor. Dabei zerreißt der hautige Theil, welcher den Boden dieser Kugel bildete rings um den Stiel, und meistens löst derselbe sich auch rings am Rande des Hutes ab, so daß er als ein Ring (annulus) um den Stiel hangen bleibt. Ebenfalls zerreißt die äußere Hüllhaut; ein Lappen bleibt um den Grund der Mittelsäule, welche man den Stiel oder Strunk nennt, zurück; dies ist der sogenannte Stiefel oder Wulst (volva). Das Uebrige zieht sich mit dem Hute in die Höhe. Da der Hut sehr stark wächst, so muß die durch einen schleimigen Firniß auf ihm klebende Decke viele Kreuz- und Querrisse bekommen, durch welche sie in eine Zahl von Fetzen zerrissen wird, die dann als warzenartige Flecke zurückbleiben, wie man solches sehr schön an dem weißwarzenfleckigen, übrigens scharlachrothen Hute des Fliegenschwammes (Fig. 18) sieht. Bei manchen Hutpilzen geht übrigens die Hauthülle, auf dem Gipfel reißend, anderweitig verloren, so daß man kaum Ueberreste derselben an dem Strunke bemerkt. Der Strunk wird manchmal im Innern hohl, indem das Zellgewebe bei der Ausdehnung des ganzen Gewächses hier zerreißt oder wenigstens stark gelockert wird. Der Hut breitet sich bei allen mehr oder weniger flach glockenförmig oder scheibenförmig aus, ja es gibt auch nicht wenige Gattungen, bei welchen der Rand sich sogar nach oben krümmt, so daß eine, oft schiefe, Teller- oder Becherform entsteht. So ist es bei dem trefflichen Froschstuhle (Poggenstohl) oder Pfifferling (Fig. 19). Die blättrige oder röhrige Schicht, welche bei dem ausgebreiteten Hute auf dessen Unterseite erscheint, ist mitunter nur gering; bei manchen Gattungen sind die Blätter oder Röhren sehr unregelmäßig, oder statt derselben kammartige Lappen oder viele Spitzchen, oder auch warzenartige Höckerchen vorhanden. Immer ist diese Schicht von Hymenium gebildet, und dieses (Fig. 20) besteht theils aus kleinen rundlichen, theils aus einzelnen stark entwickelten blasenförmigen Zellen, sogenannten Cystiden, welche mit wässerigem Schleime gefüllt sind; dazwischen aber stehen, einzeln verstreut, kolbenförmige fruchtbare Zellen, welche auf ihrem Gipfel in fadenförmigen Aesten eine Anzahl von Sporidien tragen. Diese fruchtbaren Zellen heißen Sporidienträger oder Basidien, auch wohl wegen der Häufigkeit der Vierzahl der Sporidien Tetraden (von τετρα = vier). Je nach der Form des Hymenium unterscheidet man Warzenpilze, Stachelpilze, Röhrenpilze und Blätterpilze.

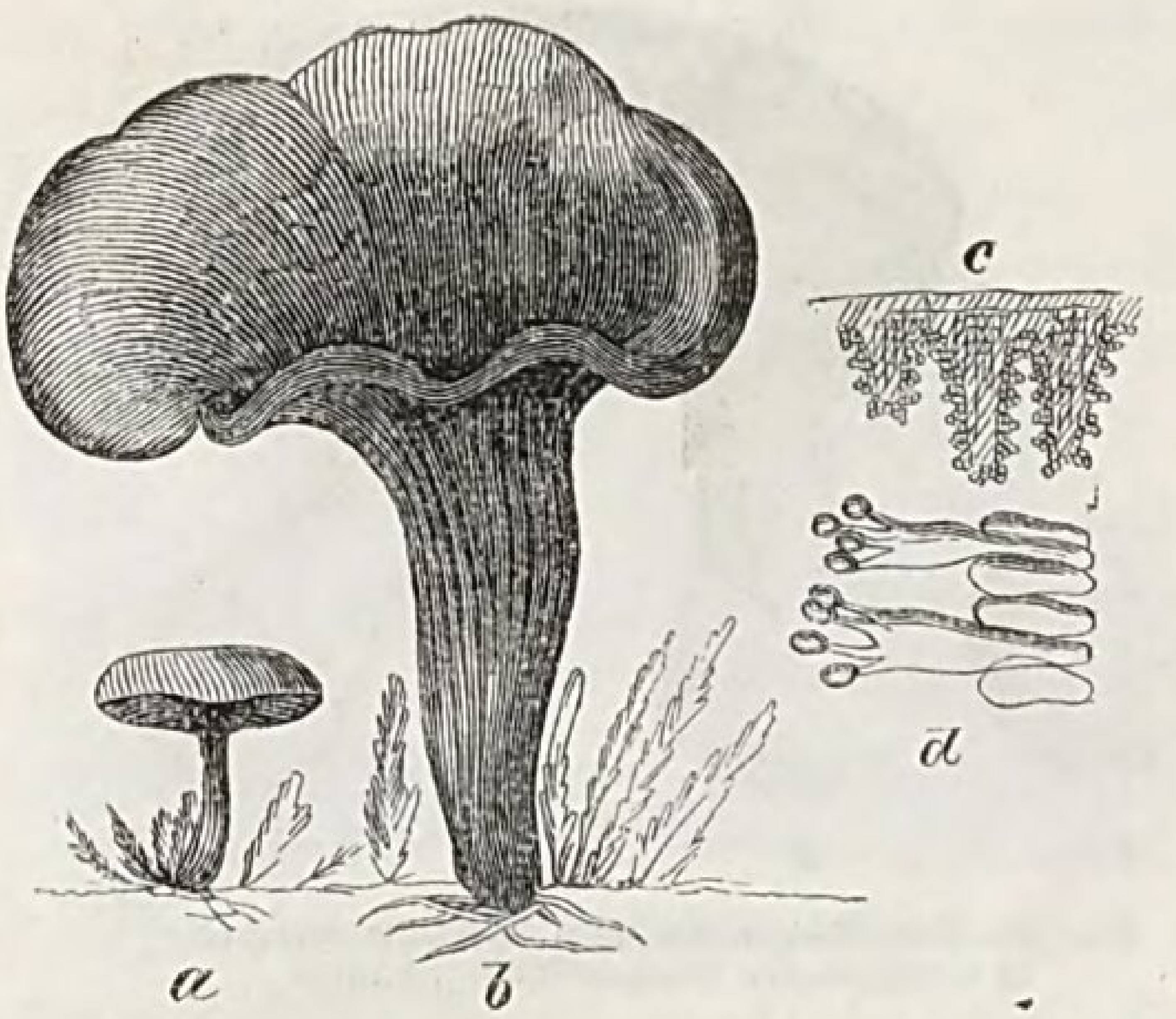


Fig. 19. Der gelbe Eierschwamm oder Pfifferling (Cantharellus cibarius). *

* a Jugendzustand; b Alterszustand; c Querschnitt durch einige Blätter des Hymenium, um die Lage der Sporidien zu zeigen, vergrößert; d einige Tetraden, mit den Sporidien, stärker vergrößert.

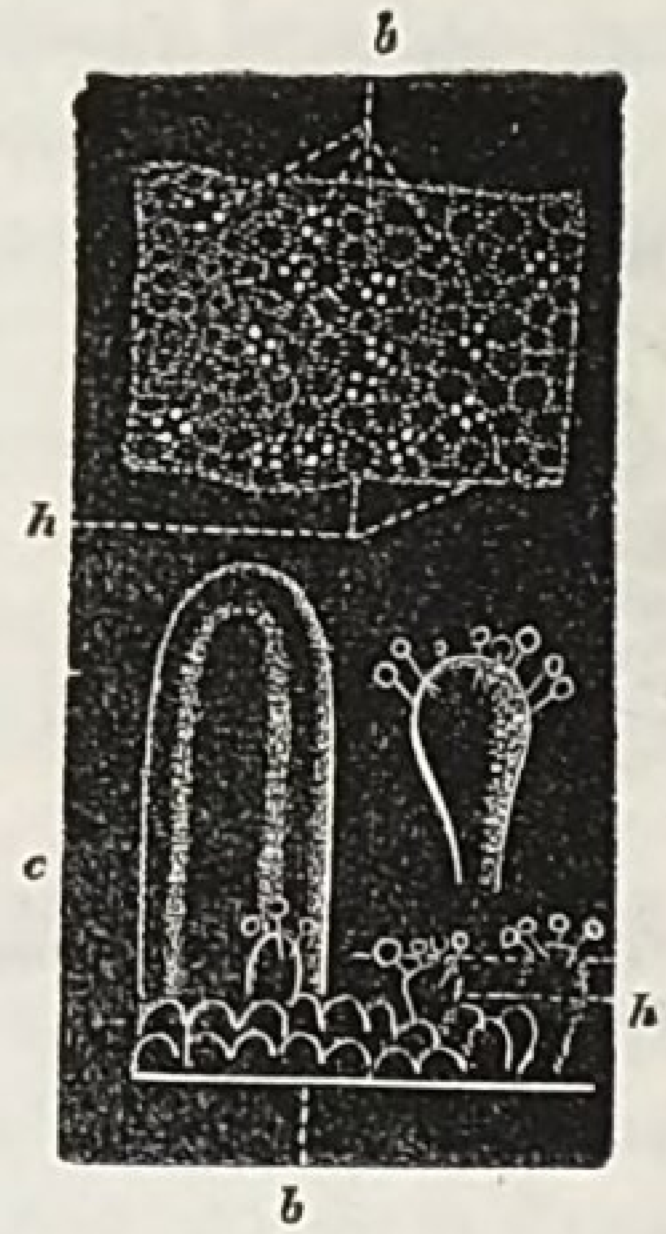


Fig. 20. Ein Stück von dem Hymenium des gemeinen Champignons (Agaricus campestris) von der Fläche (oben) und auf dem Querschnitte (unten) gesehen, um das Zellgewebe h, die Tetraden oder Basidien b und die Cystiden c zu zeigen.

In Gestalt, Beschaffenheit der Substanz und Farbe bieten die Hutpilze eine unendliche Mannigfaltigkeit dar. In Betreff der Gestalt weichen diejenigen Gattungen am meisten von den übrigen ab, denen der Strunk so gut wie ganz fehlt, während der Hut seitlich an Pflanzentheile, z. B. Baumstämme, angewachsen erscheint, so daß er nur eine halbe Scheibe darstellt. Die Substanz ist mitunter holzig oder korkig und dann oft ziemlich unvergänglich, bei lockerem Gewebe zunderig, meistens aber sehr zart fleischig. Man nennt die ganze Substanz der Pilze Schwammsubstanz oder Fungin, doch ist dieses ein Gemenge aus dem Zellenstoffe der Zellenmembranen und der Porteinsubstanz (Eiweiß) des Zelleninhaltes. Letztere ist sehr reichlich vorhanden, so daß der Stickstoff 3 bis 8 Procente der ganzen Pilzmasse beträgt, und die Pilze sind daher außerordentlich nahrhaft, wenn sie in jungem Zustande genossen werden; denn später werden sie unverdaulich. Auch Zucker, sogenannter Pilzzucker, harzartige Stoffe und die sogenannte Pilzsäure, welche letztere diese Pflanzenklasse charakterisirt, erzeugen sich in den Pilzen. Die aus der Verbrennung von Pilzen zurückbleibende Asche besteht immer aus mehr oder weniger phosphorsaurem Kalke, und Kieselerde, nebst Spuren von kohlensaurem Kalke und phosphorsaurer Thonerde. Die kohlensaure Kalkerde ist in den Pilzen selbst wahrscheinlich als oxalsaure Kalkerde enthalten, deren Oxalsäure sich bei der Verbrennung erst in Kohlensäure verwandelt. Einige Röhrenpilze enthalten ziemlich viele Oxalsäure. Verfaulend verhält sich die Masse der Pilze wie verfaulende Thierstoffe. Sehr viele Pilze enthalten Gifte, von denen das eine nach der Gattung, in welcher man es entdeckte, dem Fliegenschwamme (Amanita muscaria) Amanitin benannt worden, deren Beschaffenheit aber noch so gut wie ganz unbekannt ist. Es scheint auch, als ob die Entwicklung derselben sehr vom Klima der Gegend und sogar vom speciellen Standorte abhängig sei, denn dieselbe Pilzart, welche in manchen Gegenden genossen werden kann, ohne daß sie Schaden bringe, ist in andern Gegenden sehr scharf oder gar narkotisch giftig; auch bemerkt man selbst unter einem Pilzgerichte in dieser Beziehung mitunter Ausnahmen, in deren Folge schon oft die traurigsten Unglücksfälle sich ereignet haben.

Es ist daher kein Pilz ohne die genaueste Kenntniß der Art und ohne die größte Vorsicht zu genießen, so sehr es im Uebrigen zu wünschen wäre, daß die große Menge trefflicher Nahrung, welche in manchen Gegenden mit den eßbaren Pilzen unbenutzt verfault, möglichste Anwendung fände. Einige Blätterschwämme sind mit einem weißen oder gelben milchigen Safte erfüllt, welcher in kleinen Gruppen zusammengedrängter und dadurch regelmäßig gegeneinander abgeplatteter Zellen enthalten ist.

Die Farben der Pilze, unter denen weiß, gelb, braun, roth und blauroth vorherrschen, während grün sehr selten sich zeigt, gehören fast durchgehends nur derjenigen Zellenschicht an, welche die obere Hautdecke des Pilzhutes bildet und welche durch vertrockneten Schleim oft einen firnißartigen Ueberzug und einige Zähigkeit besitzt. Die chemische Beschaffenheit der Säfte, von denen diese Färbung ausgeht, ist noch nicht genügend untersucht. Das Hymenium oder die Sporidien, erscheinen oft gelblich, grau oder bläulich. — Das weiße Fleisch der Pilze verfärbt sich an der Luft meistens ziemlich schnell in grau oder gelb, mitunter in blau oder schwarz. Diese Verfärbung ist keineswegs ein Zeichen der Giftigkeit.

Besonders die Wälder sind reich an Pilzen, und zwar sowohl der Erdboden, welcher fast ganz aus vermodernden Blättern oder Moosen zu bestehen pflegt, als auch die Stämme der Bäume. Doch auch an Feldrainen und auf Viehweiden, auf Düngerstätten, in Ställen und selbst in Häusern erscheinen die Pilze. Wo in Gebäuden Holzwerk der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, oder wo solches etwa verbaut wurde, bevor es genügend ausgetrocknet war, da stellen gar leicht Pilze sich ein. Nicht immer kommen die Fruchtbildungen zur Entwicklung, sondern manchmal beschränkt sich das Wachsthum auf das Flockenlager, welches dann um so ausgedehnter wird. Immer äußern die Pilze die zerstörendste Wirkung durch die außerordentliche Beförderung der Fäulniß, welche von ihnen ausgeht. Alle Hautpilze bedürfen zu ihrem vollkommenen Wachsthume nothwendig des Lichtes, im Dunkeln verkrüppeln sie oder erzeugen gar keine Fruchtorgane. Im Wasser gedeihen sie nie.

Es ist kein Zweifel, daß die vollkommeneren Pilze sich durch ihre Sporidien wirklich fortpflanzen, denn es gelingt die Aussaat derselben durch Verstreuung des Hymenium. Freilich ist eine zweckmäßige Beschaffenheit des Bodens, sowie des Ortes, dazu nothwendig und auch in der Natur scheint im Ganzen selten der Zufall die Keimung einer Sporidie zu begünstigen. Es müßten sonst die Pilze wahrhaft überhand nehmen, indem z. B. ein gemeiner Champignon (Fig. 21) nach ziemlich sicherer Schätzung etwa 20 Millionen Sporidien erzeugt. Allein noch sicherer lassen sie sich durch das Flockenlager, welches unter dem Boden viele Jahre ausdauert, fortpflanzen. Da man nicht selten Champignons in Gartenbeeten zieht, so ist diese Art der Fortpflanzung sehr bekannt. Wo Champignons wachsen, da hebt man die Erde aus, so weit diese von schimmelartigen Fäden durchzogen ist und bringt dieselbe mit vielem Dünger, besonders Pferdemist, einer reichen Quelle von stickstoffhaltigen Substanzen, in die Beete.



Fig. 21. Der gemeine Champignon (Agaricus campestris) auf verschiedenen Entwicklungsstufen. *

* p Der Strunk oder Stiel; c der Hut; v das Peridium oder der Schleier; a der Ring; h die mit dem Hymenium bekleideten Blätter.

Man kann dann Jahre lang reichliche Ernten von Champignons erwarten. In einigen Gegenden Italiens verkauft man auf den Märkten „pietra fungaja", d. h. Pilzstein, mineralische Massen, welche, in Kellern feucht gehalten, viele eßbare Pilze erzeugen. Nach einigen Nachrichten sollen diese Mineralmassen, ein Mergel in der Gegend von Neapel und eine verhärtete Tuffmasse in der Gegend von Florenz, mit Pilzflocken durchzogen sein und daher ihre Eigenschaften haben; nach andern dagegen wären dieselben nur durch ihre Eigenschaft, Feuchtigkeit einzusaugen, zur künstlichen Erziehung von Campignons geeignet, wenn man sie mit Wasser begießt, in denen Pilze, oder die Hymenien von solchen, zerrührt worden sind.

Das Wachsthum der Pilze hat viel Auffallendes; sprüchwörtlich sind sie wegen der Plötzlichkeit und Raschheit, mit welcher sie erscheinen. Es beruht aber diese rasche Zunahme des Umfangs eigentlich nicht in der Vermehrung der Zellen sondern vielmehr in einer Ausdehnung oder Aufblähung derselben. Ein Pilz, welcher nußgroß aus der Erde hervortritt und dabei ein festes dichtes Fleisch besitzt, bläht sich in einer Nacht zu mehrzölliger, ja zu Schuhes Größe auseinander, ist dann äußerst locker und zeigt schon dem bloßen Auge die zarten Hohlräumchen seines Zellgewebes. Nach wenigen Stunden oder Tagen oder Wochen, so schnell wie sie erscheinen, verschwinden die Pilzfrüchte spurlos wieder; nur die kork- oder holzartigen erhalten sich oft viele Jahre lang.

Das Flockenlager der Pilze dauert länger, bei einigen Arten jedenfalls viele Jahre lang. Dasselbe entspinnt sich auf einem Punkte und dehnt sich sodann allseitig aus. Ein ganzer Büschel von Pilzfrüchten schießt aus demselben hervor. Die Fäulniß dieser düngt den Boden und das Gras ersprießt üppig, als sogenannter Geilhorst, an der Stelle derselben, gleich wie an solchen Stellen, wo der Mist eines Thieres verfault ist. Das Flockenlager dehnt sich indessen allseitig weiter aus, während es an seinem früheren Mittelpunkte abstirbt. So stehen in folgenden Jahren die Pilzfrüchte dann in einem Kreise herum, welcher sich immer mehr ausbreitet, und Ringe üppigern Graswuchses sind die Folge ihrer Verwesung im Herbste und im folgenden Frühlinge. So entstehen jene ringförmigen, mit zunehmender Größe natürlich in ihrer Regelmäßigkeit mehr und mehr gestörten, oft unterbrochenen und sich gegenseitig durchkreuzenden Zeichnungen auf Viehweiden, welche der Bauer mit altem Aberglauben als Hexenringe bezeichnet.

* * *

Alle Klassen der Pilze bieten in vieler Beziehung Eigenthümlichkeiten dar, durch welche sie sich von allen übrigen Pflanzen erheblich unterscheiden. Durch den Verbrauch von Sauerstoff und die Aushauchung von Kohlensäure nehmen sie an der Einwirkung Theil, welche das Thierreich auf die Beschaffenheit der Luft ausübt. Viele derselben verbreiten auch vollkommen thierische, ammoniakalische Düfte. Wie die Thiere, können sie ihre Nahrung nicht unmittelbar aus der Luft und dem Wasser oder dem Mineralreiche schöpfen, sondern bedürfen dazu der Vermittlung der Pflanzen, indem sie nur faulende pflanzliche oder thierische (durch die Nahrung der Thiere ja ebenfalls indirekt aus dem Pflanzenreiche entnommene) Stoffe zur Bildung der Substanzen, aus denen sie bestehen, verwenden können. Doch ist nicht zu verschweigen, daß sie nach einigen Versuchen doch in einem geringen Grade das Vermögen zu haben scheinen, Ammoniak und Wasser aus der Luft in sich einzusaugen.

Man kennt bereits mehrere Tausende von Pilzgattungen aus den verschiedenen Klassen; die Untersuchungen in der Mehrzahl der Länder, selbst unseres Erdtheiles, sind noch sehr wenig vollständig, so daß sich, zumal mit Rücksicht auf die wahrscheinlich sehr große Mannigfaltigkeit derselben in den feuchten Gegenden heißerer Himmelsstriche, vermuthlich die Zahl der wirklich auf der Erde vorhandenen Arten gar nicht annäherungsweise schätzen läßt. Man hat bereits über tausend Arten des einen Geschlechtes Agaricus beschrieben und benannt; doch dürften noch mehrere Tausende derselben unbekannt geblieben sein.

Da die Pilze durchaus nicht geeignet waren, sich in fossilem Zustande zu erhalten, so ist es unbekannt, ob auch in frühern Perioden der Erde Pilze existirt haben.

Uebersicht der Algen.

I. Klasse: **Einzellige Algen.** Monococceæ.
II. Klasse: **Fadenalgen (Conferven).** Conferveæ.
III. Klasse: **Tange.** Phyceæ.
IV. Klasse: **Flechten.** Licheneæ.

I. Klasse. Die einzelligen Algen.

Die einzelligen Algen werden dem bloßen Auge, wie die einzelligen Pilze, nur durch ihre, oft alle unsere Begriffe übersteigende, Ansammlung wahrnehmbar und können nicht ohne Hülfe guter Mikroskope genauer beobachtet werden. Bald existiren dieselben vereinzelt und zerstreut, bald wieder haufenweise beisammen, und in letzterem Falle stellen manche in Folge einer regelmäßigen Vermehrungsweise bestimmte Gruppirungen dar (Fig. 22). Alle Algen bedürfen zu ihrer Vegetation der Feuchtigkeit, und die meisten derselben wachsen in Gewässern. So insbesondere auch fast alle einzelligen Algen. Wo dieselben auf der Erde oder an Pflanzen u. s. w. oder auf dem Schnee scheinbar auf dem Trocknen gefunden werden, was sehr häufig der Fall ist, da übersehen wir nur auf den ersten Blick das Wasser. Für Pflänzchen von 1/200 bis 1/1000 Linie im Durchmesser ist ein Thautropfen ein See. Bei völliger Austrocknung erlischt das Leben der einzelligen Algen stets.

Auf feuchter Erde, an Mauern und Felsen bemerkt man sehr häufig eine gelbröthliche oder grünliche Färbung. Eine krümelig schleimige Masse zeigt sich dem Auge als Ursache dieser Erscheinung. Das Mikroskop läßt uns eine noch ungekannte Menge verschiedener Arten der einfachsten Pflänzchen in solchen Massen erkennen. Abgesehen von den keimenden Anfängen mancher vollkommenen Algen und gewisser Moose, welche nicht selten mitunterlaufen und, bei der Einfachheit ihrer Natur, auf den ersten Entwicklungsstufen, selbst mit einzelligen Algen verwechselt werden

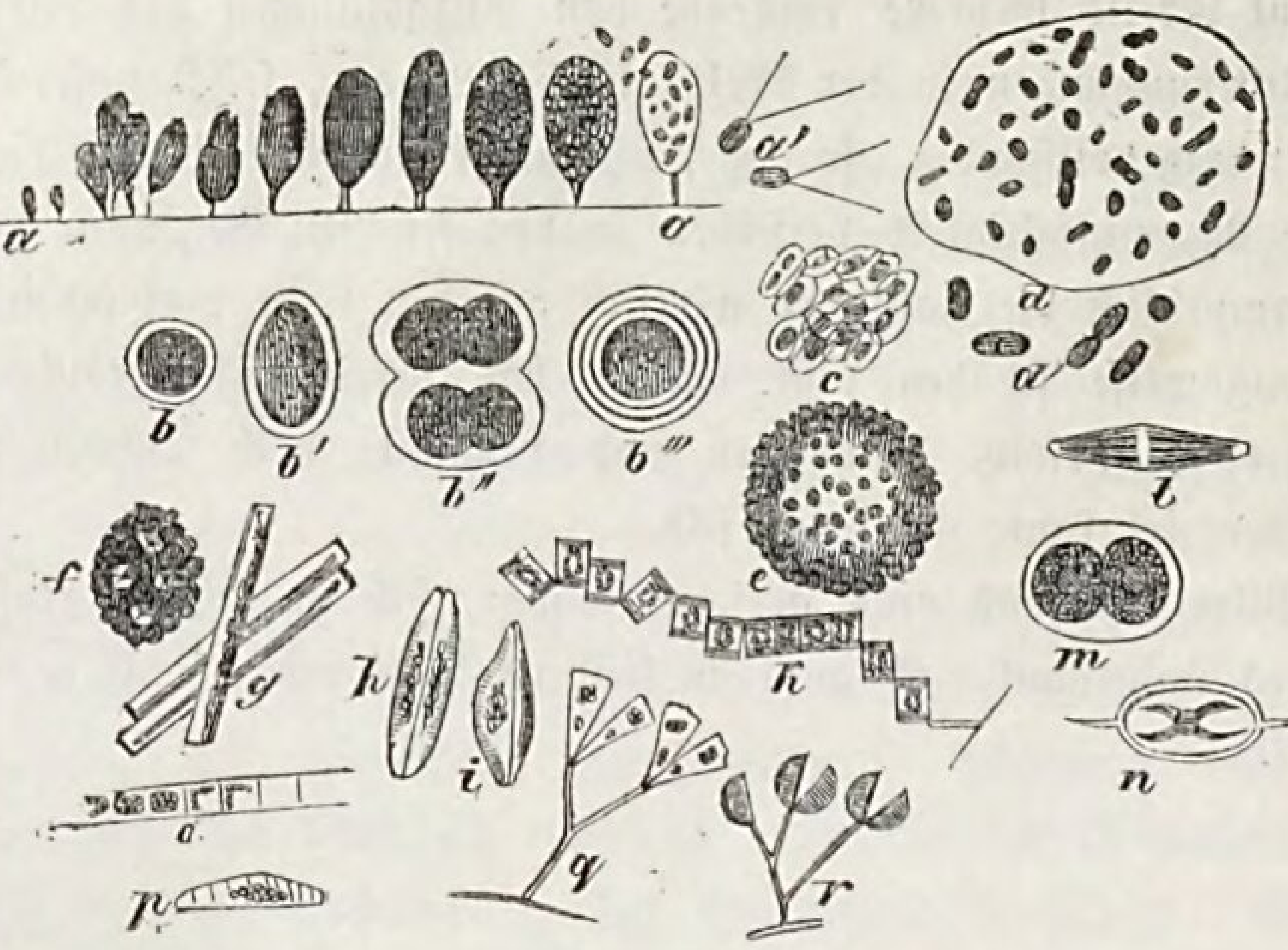


Fig. 22. Einzellige Algen. *

* *a—a* **Characium Sieboldi** in verschiedenen Entwicklungszuständen; die grüne Zelle ist mit einem Faden an Wasserpflanzen befestigt, sie wächst, vermehrt sich durch Theilungen in allen Richtungen, füllt sich endlich ganz mit Keimzellen, welche sodann durch eine Oeffnung aus der sie umhüllenden ursprünglichen Zelle ausschwärmen. *a'* einige schwärmende Keimzellen mit zwei Fadenanhängseln. Vergrößerung bei *a* 300fach, bei *a'* 600fach.

b **Chroococcus rufescens**, gelb mit farbloser Schleimschicht; *b'* eine sich theilende Zelle; *b''* vier Zellen mit gemeinsamer Schleimmasse umgeben; *b'''* eine grüne Zelle mit dreifacher Schleimschicht. Vergrößerung 300fach. Die Pflanze wächst an nassen Felsen.

c **Gloeotheco confluens**, 300fach vergrößert, an Felsen wachsend; grünfarbig.

d **Aphanotheco saxicola.** Viele grüne Zellen in zusammengeflossener Schleimmasse, an feuchten Felsen wachsend. Vergrößerung 300fach; *d'* einige Zellen 600fach vergrößert.

e **Coelosphaerium Kützingianum**; eine Familie von grünen Zellen bildet eine, durch Zellentheilung stets wachsende Kugelschicht; die Schleimmasse ist zu einer Kugel zusammengeflossen. Vergrößerung 300fach. Die Alge wächst in Gräben.

f **Coelastrum sphaericum**; eine Familie in Form eines hohlkugeligen Netzes von sechseckigen grünen Zellen. Wächst in Torfgräben. Vergrößerung 100fach.

g **Bacillaria communis**, gelb. — *h* **Navicula viridula**, glashell mit grünem Inhalt. — *i* **Navicula inaequivalvis**, ebenso. — *k* **Achnanthes unipunctata**, glashell mit gelbrothem Inhalte. — *l* **Netrium (Closterium) digitus**, grün. — *m* **Cosmarium (Euastrum) rupestre**, grün mit farbloser Schleimhülle. Vergrößerung 300fach. Wächst an nassen Felsen. — *n* **Tetracanthium (Euastrum) convergens**, glashell mit grünen Bläschen und eben solchen Schweifen. Vergrößerung 300fach. Wächst in Gräben. — *o* **Gallionella varians**, glashell mit rothem oder grünem Inhalte. — *p* **Eunotia Westermanni**, ebenso. — *q* **Gomphonema capitatum**, gelbe Zellen mit farblosen Fäden. — *r* **Cocconema cistula**, ebenso.

Die Gattungen, bei welchen keine nähere Angabe sich findet, sind 200fach vergrößerte Kieselalgen (**Diatomaceen**).

können, sind diese Pflänzchen Zellen: Tröpfchen von außerordentlicher Kleinheit, aus wässeriger Proteinsubstanz bestehend und mit einem zarten Hautbläschen von Cellulose bekleidet, äußerlich mit einer dünnen Schleimschicht umhüllt, Zellen mit einem für sich bestehenden, völlig selbstständigen Leben, den Gährungspilzen in hohem Grade ähnlich, jedoch durch einige erhebliche Merkmale von denselben verschieden. Ganz ähnliche, oft aber auch sehr mannigfach verschiedenartig geformte Zellen findet man in Menge in fast allen Gewässern, besonders in stehenden, welche letztere mitunter in jedem Tröpfchen sehr zahlreiche Schaaren von solchen enthalten. Der Schlamm auf dem Boden der Seeen, Teiche, Flüsse, die schleimige Materie, welche die Steine am Grunde des Wassers schlüpfrig macht — alle diese Substanzen zeigen uns unter dem Mikroskope ein Gewimmel von einzelligen Algen. Die Färbung einiger Arten ist gelb oder roth, andre erscheinen grün. Diese Farben, welche meistens dem ganzen Zelleninhalte gleichmäßig

anhaften, mitunter aber auch kleinen Kügelchen, die in farblosem Zellsafte schwimmen, allein zukommen und nur für das bloße Auge eine scheinbare Allgemeinheit der Färbung bewirken, gehen von besonderen, eigenthümlichen, dem Zelleninhalte beigemengten und in demselben durch das Leben der Zelle gebildeten Stoffen aus, deren Mischung noch lange nicht genügend bekannt ist. Man unterscheidet durch das Verhalten dieser Farbstoffe gegen chemische Einwirkungsmittel (Reagentien) folgende vier, welchen allen aber eine sehr ähnliche Mischung zu Grunde zu liegen scheint.

Das Chlorophyll oder Blattgrün, derselbe Stoff, von welchem die grüne Farbe der Blätter unserer Kräuter und Bäume herrührt, ist grün oder gelbgrün, wird durch die Einwirkung von verdünnten Säuren und Alkalien wenig oder gar nicht verändert; wenn die Zellen absterben, so nimmt es häufig eine bräunlichgrüne Färbung an. Dieser Farbstoff ist chemisch genau untersucht und besteht aus den vier Elementarstoffen, welche wir als die hauptsächlichsten im Thier- und Pflanzenreiche immer wiederfinden, Carboneum, Hydrogenium, Oxygenium und Nitrogenium, in einem Verhältnisse, welches die Formel $C^{15} H^{18} O^{8} N^{2}$ ausdrückt. Meistens ist das Chlorophyll scheinbar in Körnchen vorhanden und nicht dem ganzen Zelleninhalte beigemengt. Doch auch jene Körnchen bestehen nicht aus dem Farbstoffe. Bei vollkommneren Pflanzen sind es farblose Wachskügelchen, welche durch das Chlorophyll grün gefärbt erscheinen, indem sie mit solchem überzogen sind. Vielleicht ist es ebenso bei den Algen.

Das Phykochrom ist ebenfalls oft grün, besonders blaugrün, oft orange, und vielleicht sehr vielfacher Umfärbung (in violett, kupferroth, roth, gelb) fähig. Durch verdünnte Säuren färbt es sich orange, durch verdünnte Alkalien braungelb. Es durchdringt den ganzen Zelleninhalt, ohne jedoch in Wasser löslich zu sein.

Das Erythrophyll ist roth oder purpurfarbig, wird aber durch Alkalien grün und nimmt beim Absterben der Zelle häufig dieselbe Farbe an. Es ist bald im ganzen Zellsafte verbreitet, bald haftet es an kleinen Kügelchen.

Das Diatomin ist braungelb, wird durch verdünnte Alkalien nicht verändert, durch verdünnte Salzsäure grün und beim Absterben ebenfalls meistens grün. Uebrigens verhält es sich dem Chlorophyll äußerst ähnlich.

Diese Farben erleiden während der Entwicklung der Algenzellen mannigfache Umwandlungen, welche sich aus den Einwirkungen der Stoffe erklären, in deren Aufnahme und Abscheidung die Lebenserscheinungen der Zelle beruhen. Alle jene, dem Chlorophyll so nahe verwandten Farbstoffe werden nur unter dem Einflusse des Lichtes und der atmosphärischen Luft erzeugt. Sie fehlen den Pilzzellen durchaus, finden sich dagegen nicht nur in allen Algen, sondern auch in allen vollkommneren Pflanzen. Insbesondere ist das Chlorophyll ein durch das Pflanzenreich außerordentlich verbreiteter Farbstoff.

In den Zellen der Algen bemerkt man unter dem Mikroskope stets einige, mitunter ziemlich viele farblose Kügelchen, welche, sobald man ein Tröpfchen Jodtinktur auf dieselbe einwirken läßt (was ganz einfach dadurch geschieht, daß man es dem Wassertröpfchen beimischt, in welchem man die Zellen unter dem Mikroskope betrachtet), eine blaue Farbe annehmen. Wir erkennen diese Kügelchen hiedurch als Stärke oder Amylum, da dieser Stoff mit Jod ein blaufarbiges Mischungsprodukt, die Jodstärke, bildet und daher stets und überall, wo nur die geringste Spur von

demselben vorhanden ist, durch diese Probe entdeckt werden kann. Die Stärke, welche als eine mehlige Masse staubartig feiner Kügelchen aus manchen Pflanzentheilen, in deren Zellen sie in großer Menge vorhanden ist, wie Getreidekörner, Kartoffeln u. s. w., in großen Quantitäten gewonnen wird, fehlt den Pilzen durchaus, ist dagegen in allen lebendigen Zellen der übrigen Pflanzen stets zu finden. Wir haben sie als eine dem Zucker, dem Gummi, und der Cellulose isomere Substanz ($C^6 H^5 O^5$) kennen gelernt.

Außer den genannten Substanzen sind nicht selten Oeltröpfchen im Zellsafte enthalten. Dieselben werden unter dem Mikroskope, mögen sie farblos oder gefärbt sein, an ihrem hellen Durchscheine erkannt.

Die oben erwähnten, gelben, rothen oder grünen, krümelig schleimigen Massen, welche wir nun als Anhäufungen mikroskopischer Zellen bezeichnet und durch die Anwesenheit von eigenthümlichen Farbstoffen und von Stärke im Zelleninhalte, von den Pilzen wesentlich unterschieden haben, sind nicht selten den einfachsten Infusionsthierchen einigermaßen ähnlich. Sie unterscheiden sich von denselben genügend durch den Mangel der Contraktilität und durch die starre Hülle von Cellulose.

Die Ernährung dieser Algenzellen wird, ganz wie bei den Pilzzellen, bewirkt durch Endosmose und Exosmose. Ein Regentropfen oder die kleinste Thauperle genügt, um zahlreiche dieser kleinen Organismen zu unterhalten, da diese Feuchtigkeiten stets aus der Luft eine geringe Menge von Ammoniak (NH^3) und Kohlensäure (CO^2) aufnehmen und diese also der Auffaugung der Zellen darbieten. Die Algenzellen haben die Fähigkeit, aus diesen Mischungen die Substanzen zu bereiten, welche ihre verschiedenen Bestandtheile ausmachen. Sie bedürfen keiner aus dem Thier- oder Pflanzenreiche entlehnten Nahrung, wie die Pilze und die Thiere, sondern Luft und Wasser genügen zu ihrer Existenz. Vermittelst des Wassers nehmen sie auch diejenigen Mineralstoffe in sich auf, welche man in geringerer oder größerer Menge, ähnlich wie bei den Pilzen, in unbekannten Verbindungsweisen theils im Zelleninhalte, theils in der Zellenhaut nachweisen kann. Aus allen aufgenommenen Stoffen treten innerhalb der Algenzellen die erforderlichen Stoffquantitäten zu Mischungen zusammen, welche denjenigen gleichen, aus welchen die Zellenhaut und der Zelleninhalt selber bestehen, während die übrigen Stoffe und Quantitäten wieder durch die Zellhaut ausgeschieden werden. Man nennt die Fähigkeit der organischen Naturkörper im Allgemeinen, aus aufgenommenen Nahrungsstoffen Mischungen zu bilden, welche zum Ersatze und zur Vermehrung ihrer eigenen Bestandtheile dienen können, das Aneignungs- oder Assimilationsvermögen. Insbesondere aber und vorzugsweise bezeichnet man mit dem Ausdrucke Assimilation die so eben erwähnte Aneignung einer aus der unorganischen Natur genommenen Nahrung, wie wir dieselbe nicht allein bei den einzelligen, sondern bei allen Algen, ja bei allen sämmtlichen Pflanzen, mit Ausnahme der Pilze und der von den Säften anderer Pflanzen sich nährenden Schmarotzergewächse, finden.

Diese letztere vorzugsweise so genannte Assimilation ist stets verbunden mit einer Zerstörung der aufgenommenen Kohlensäure, indem die Zellen die Eigenschaft haben, von dieser nur das Carboneum, den Kohlenstoff, welcher zu ihrer Ernährung erforderlich ist, zurückzubehalten, dagegen das Oxygenium wieder auszuscheiden.

Läßt man eine ziemliche Menge der aus einzelligen Algen bestehenden Materie in einer Glasflasche in Wasser einige Zeit im Sonnenlichte stehen, so steigen Gasbläschen empor und sammeln sich unter dem Flaschenstöpsel. Diese Bläschen bestehen aus Oxygenium. Jedes Blatt und jeder grüne Theil irgend welcher Pflanze zeigt die gleiche Erscheinung, woraus zu ersehen ist, daß die Assimilation, verbunden mit Zerstörung der Kohlensäure und Abscheidung (Ausathmung) von Oxygenium, eine allen Grünpflanzen gemeinsame Lebensverrichtung ist. Im Dunkeln entwickelt sich kein Sauerstoff. Das Licht, dessen Natur uns noch völlig unbekannt ist, welches aber sehr allgemein auf eine noch unerklärbare Weise als Erreger chemischer Vorgänge wirkt, ist zur Zerlegung der Kohlensäure unumgänglich nothwendig. Wir begreifen hieraus, weßhalb einzig diejenigen Pflanzen, deren Ernährung nicht auf einer mit Zerstörung von Kohlensäure verbundenen Assimilation beruht, zumal die Pilze, des Sonnenlichtes fast ganz entbehren können. Alle übrigen geben, sobald ihnen dauernd das Sonnenlicht mangelt, und ebenso wenn die ernährende Feuchtigkeit fehlt, die Störung ihrer Assimilationsthätigkeit durch veränderte Mischung ihrer Bestandtheile kund, welche bald in einer Umwandlung der Farben sich ausspricht. Besonders häufig ist der Uebergang der grünen Färbung in eine gelbe, orangegelbe oder rothe einerseits, sowie die völlige Entfärbung und Ausbleichung andrerseits. Bei den einzelligen Algen sind dergleichen Umfärbungen nicht selten und oft mit bloßem Auge im Großen bemerkbar, indem die grüne Färbung von Mauern oder Felsen verschwindet und erst nach einem Regen wiederkehrt, oder indem dieselbe in eine gelbe oder rothe Färbung übergeht, beim Regenwetter dagegen sich wieder herstellt.

Die Form der einzelligen Algen zeigt endlose Verschiedenheiten. Zwar sind viele Gattungen schlicht kugelrund oder eiförmig, allein es zeigen sich außerordentlich häufig drei- vier- und fünfeckflächige, zackige, spindelförmige, keilartige, walzenförmige und lang fadenartige Gestalten (Fig. 22).

Da die Schleimschicht, welche von den einzelligen Algen äußerlich auf der Zellhaut ausgesondert wird, bei manchen Gattungen sich sehr verdickt (Fig. 22, b'''), so finden sich in solchen Fällen meistens mehrere und oft sehr viele Zellen zu Gruppen mit einander verbunden, und zwar bleiben zunächst die durch Abstammung von einer gemeinsamen Zelle mit einander verwandten Zellen familienweise vereinigt. Bald dehnt sich bei der Vermehrung die Schleimhülle der ersten Zelle aus, so daß alsdann zwei Zellen in einer gemeinsamen Hülle liegen, und indem jede einzelne Zelle wieder eine besondere Hülle aussondert und in dieser sich weiter fortpflanzt, entsteht eine merkwürdige Einschachtelung von Hüllen in Hüllen, bis daß die primäre Hülle platzt und sich auflöst und die einzelnen darin enthaltenen sekundären, tertiären u. s. w. Hüllen sich dadurch von einander befreit finden. Bald bildet sich eine regelmäßige knäuelartig zusammengehäufte Zellengruppe, welche durch Schleimaussonderungen nach dem Mittelpunkte hin sich dort von einander entfernen und bei stets fortgesetzter regelmäßiger Vermehrung sich zu einer kugel- (Fig. 22, e), blasen- oder schlauchförmigen Gruppe ausdehnen, wobei die ältesten Zellen immer weiter von einander gedrängt werden. Bald bildet sich sogar anstatt einer Blase ein maschiges Netz in Blasenform (Fig. 22, f u. Fig. 23). Bald wieder liegen die Zellen einer Gruppe ganz regellos in einer völlig zusamengeflossenen Schleimmasse

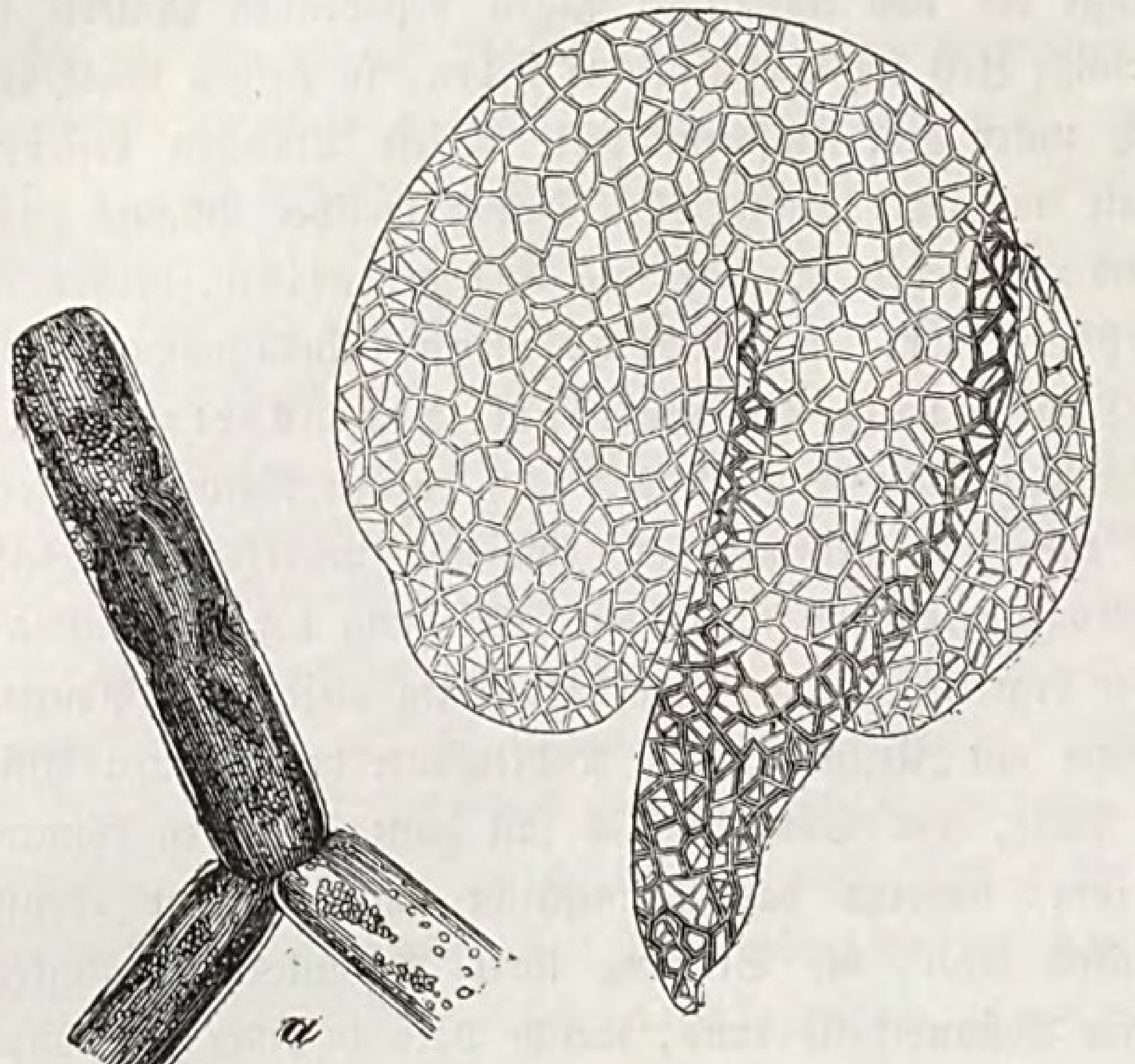


Fig. 23. Das schlauchförmige Wassernetz (Hydrodictyon utriculatum). *

* a Eine Zelle, welche an ihrem untern Ende mit zweien andern Zellen zusammenhangt, vergrößert; man erkennt in derselben die innere, aus Proteinsubstanz bestehende, Zellenhaut, den sogenannten Primordialschlauch, welcher sich, da das Exemplar getrocknet war, durch Zusammenschrumpfung von der äußern, aus Cellulose bestehenden Zellhaut abgelöst hat und durch innerlich daran haftendes Chlorophyll grün gefärbt erscheint.

beisammen auf einer Fläche ausgebreitet (Fig 22, d). Oder es erheben sich die Zellen von der Fläche, an welcher die Schleimschicht der ersten Zelle anklebt, und ziehen diese als einen mehr oder minder langen Faden mit sich, so daß bei weiterer Vervielfältigung gleichsam Bäumchen mit den regelmäßigsten Verästelungen entstehen (Fig. 22, q, r). Manchmal hangt eine Zelle mit vielen Schleimfäden, wie mit Wurzeln, am Boden fest.

Alle diese verschiedenartigen Anordnungen hangen zunächst von der Art der Vermehrung der Zellen ab. Bei einigen Gattungen einzelliger Algen bildet sich ein Zellenauswuchs, innerhalb dessen eine besondere Zelle entsteht, welche sich durch Ablösung von der Mutterzelle sondert. Die meisten vermehren sich durch Bildung von zwei Zellen aus einer, durch Theilung, wobei zuerst der Zelleninhalt sich in zwei dichtere Partien sondert, deren jede sich mit einer besondern Zellhaut umgibt, während die ursprüngliche Zellhaut aufgelöst wird. Und diese Theilung geht bald in einer und derselben Richtung vor sich, wodurch einfach reihenförmige Gruppen entstehen, bald durchwechselt dieselbe nach einander alle verschiedenen Richtungen des Raumes. Bei vielen einzelligen Algen theilt sich der Zelleninhalt sogleich in vier Partien, so daß vier Zellen gebildet werden, und diese liegen dann entweder in einer Ebene oder, was häufiger ist, über einander, zwei nach der Länge und zwei nach der Quere (tetraedrisch) angeordnet. Bei vielen andern einzelligen Algen bildet sich in einer Zelle eine größere Menge von Zellen (Fig. 22, a, a). Entgegengesetzt diesem Falle erscheint derjenige Vorgang, welchen man mit der Benennung der Copulation bezeichnet, und welcher darin besteht, daß zwei sich berührende Zellen an der Berührungsstelle durch theilweise Auflösung ihrer Zellenhaut zusammenwachsen, so daß sie sich zu einer Zelle vereinigen, worauf der Inhalt beider Zellen zu einem gemeinsamen Zellenkerne zusammenfließt und sich mit einer Zellhaut umgibt, während die beiden copulirten Zellen aufgelöst werden. Diese Zellenbildung zeigt sich merkwürdiger Weise bei solchen einzelligen Algen, welche für gewöhnlich sich durch Theilung vermehren, als eine zweite Vermehrungsweise. In solchen Fällen ist dann die durch Copulation gebildete Zelle besonders geeignet, eine neue Gruppe zu beginnen, indem sie mit den übrigen Zellen minder verbunden erscheint. Es zeigt sich hierin eine geringe

Andeutung des bei vollkommneren Pflanzen entschiedener vorkommenden Unterschiedes zwischen der Bildung solcher Zellen, welche mit den Mutterzellen verbunden bleiben und zur Vergrößerung eines gemeinsamen, aus vielen Zellen bestehenden Ganzen dienen, und der Bildung solcher, welche der Anfang einer ganz neuen Reihe, eines neuen ähnlichen Ganzen, zu werden bestimmt sind — mit andern Worten, zwischen Vermehrung und Fortpflanzung. Nur ist wohl zu beachten, daß bei den einzelligen Algen die Bildung jeder neuen Zelle als eine Fortpflanzung zu betrachten ist, indem jede einzelne Zelle ein vollständiges Wesen und für sich zu bestehen, und ähnliche Wesen zu erzeugen fähig ist. Nichtsdestoweniger aber kann es unserer Aufmerksamkeit nicht entgehen, daß die Zellen einer Familiengruppe auch in gewissem Sinne ein gemeinsames Ganzes bilden. Doch sind hier nie, wie bei vollkommneren Pflanzen stets der Fall ist, die verschiedenen zur Erhaltung, zum Wachsthume und zur Vermehrung und Fortpflanzung dienenden Funktionen des Pflanzenorganismus einzeln auf gewisse bestimmte Zellen oder Zellengruppen vertheilt, sondern jede Zelle vereinigt in sich alle jene Verrichtungen.

Sehr merkwürdig ist die Vermehrung der Vaucherien (Fig. 24), von denen nicht selten zarte grüne Rasen an Steinen in Bächen und Teichen, aber auch in den Blumentöpfen unserer Zimmer gebildet werden. Diese, anfangs kugelige Zellen, dehnen sich durch fortgesetzte Weiterbildung der Zellhaut an zwei sich entgegengesetzten Punkten zu langen, mit bloßen Augen erkennbaren Fäden aus und bekommen durch seitliche Ausdehnungen der Zellhaut sackartige, endlich fadenartige Auswüchse oder Aeste. Von diesen bleiben die einen kurz, während die andern danebenstehenden sich verlängern und hakenförmig zu den ersteren zurückbeugen, so daß sie diese Scheitel gegen Scheitel berühren. Während die Aeste anfangs sämmtlich durch eine reichliche

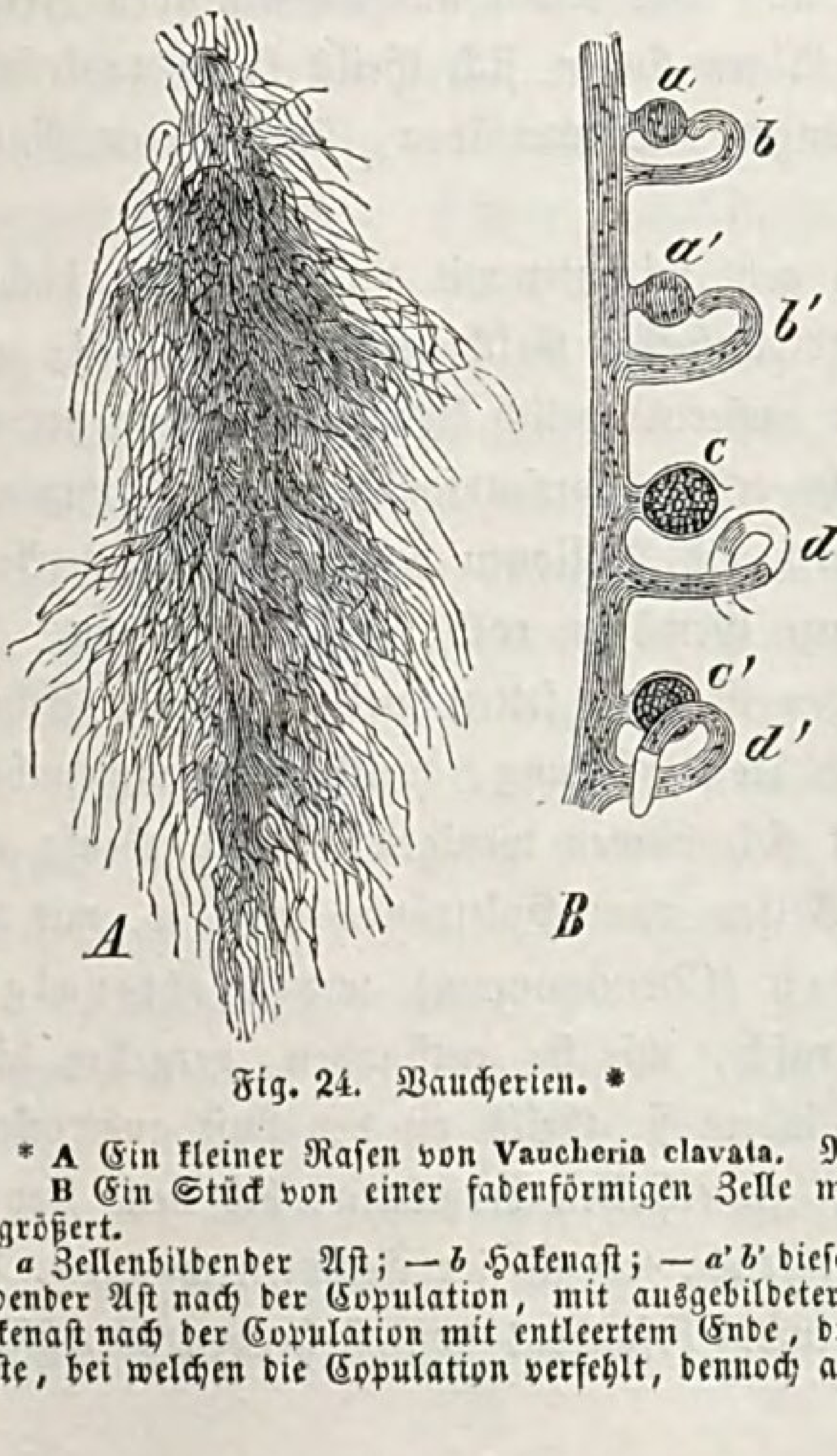


Fig. 24. Vaucherien. *

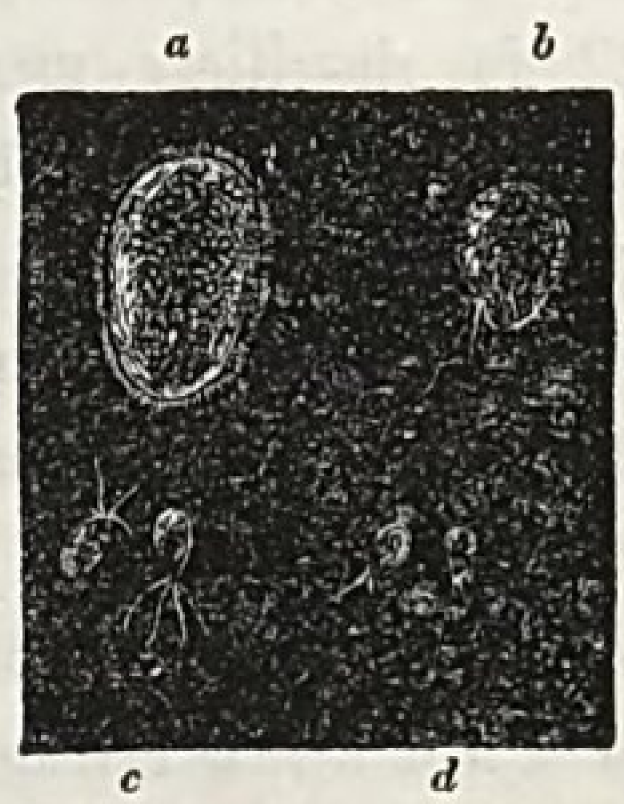


Fig. 25. Schwärmende Tochterzellen (Keimzellen, Sporidien, Sporen) von Algen. *

* *a* von **Vaucheria clavata**, ganz mit Wimpern bedeckt; *b c d* von Fadenalgen: *b* von **Prolifera** mit einem Wimperkreise; *c* von **Chaetophora** mit vier Wimperfäden; *d* von **Conferva** mit zwei Wimperfäden. Vergrößerung 600fach.

* **A** Ein kleiner Rasen von **Vaucheria clavata**. Nat. Gr.

B Ein Stück von einer fadenförmigen Zelle mit Fortpflanzungsästen, von **Vaucheria sessilis**, 400fach vergrößert.

a Zellenbildender Ast; — *b* Hakenast; — *a′ b′* dieselben Aeste in der Copulation begriffen; — *c* ein zellenbildender Ast nach der Copulation, mit ausgebildeter Keimzelle und offener Copulationsmündung; — *d* ein Hakenast nach der Copulation mit entleertem Ende, durch eine neue Scheidewand geschlossen; — *c′ d′* ähnliche Aeste, bei welchen die Copulation verfehlt, dennoch aber die Keimzelle gebildet ist.

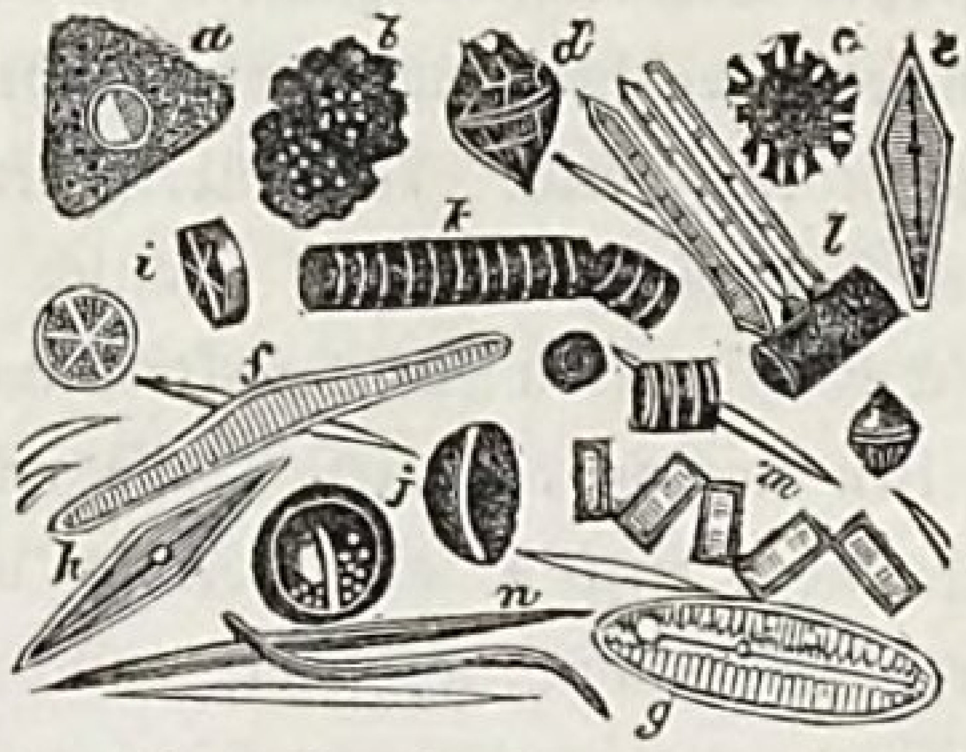
Menge von Chlorophyllkügelchen, welche an den Wandungen überall anhaften, grün gefärbt erscheinen, werden die hakenförmig ungekrümmten Fadenästchen allmählig an ihrem Ende immer blasser und farbloser, während sich zugleich in dem berührten kürzeren Aste der Zelleninhalt stärker ansammelt und eine Tochterzelle gebildet wird. Der Inhalt der Fadenästchen geht ohne Zweifel durch Copulation in die zellenbildenden Aeste über, obgleich dieselbe hier nicht unter zwei verschiedenen Zellen, sondern unter zwei Theilen einer und derselben Zelle und ohne Vereinigung der äußeren Zellhaut vor sich geht. Nach geschehener Copulation schiebt sich das Hakenästchen durch weitere Verlängerung neben dem zellenbildenden Aste zur Seite und man bemerkt dann an beiden deutlich eine Oeffnung, durch welche die Copulation vor sich gegangen ist. Das Hakenästchen schließt sich innerlich durch eine neue Haut, welche dann eine Art von Scheidewand in derselben darstellt. Die gebildeten Tochterzellen lösen sich von der Mutterzelle mit sammt den Säckchen, worin sie gebildet sind, ab und werden neue Vaucherien. Bei einer Gattung, der keulenförmigen Vaucherie, verlassen die Tochterzellen die Säckchen, in welchen sie gebildet sind, und schwärmen dann eine Zeit lang, mit wimperartigen Fädchen versehen, bevor sie sich festsetzen und weiter ausbilden, mit sehr auffallenden Bewegungen im Wasser umher (Fig. 25). Diese Bewegung, welche vermuthlich, wie mancherlei ähnliche Bewegungen von jungen Zellen, besonders von solchen, welche den Anfang einer neuen Gruppe einzelliger Pflänzchen oder den Keim eines neuen mehrzelligen Pflänzchens bilden, durch die Lebhaftigkeit, mit welcher die Endosmose und Exosmose bei der Zartheit der neugebildeten Zellhaut und der Dichtigkeit des reichlich angesammelten Zelleninhaltes vor sich geht, bewirkt werden, gaben zu mancherlei eigenthümlichen Ansichten über die Natur dieser Zellen Veranlassung. Man hielt dieselben für Thiere und wollte in ihnen einen gemeinsamen Uebergangspunkt zwischen dem Thierreiche und Pflanzenreiche sehen u. dgl. m. Bei vielen ausschwärmenden Zellen (Fig. 22 a') einzelliger und mehrzelliger Algen finden sich theils kurze zahlreiche, theils einzelne, besonders häufig zwei, längere Wimperfäden, über deren Natur man noch ungewiß ist.

Die Vermehrung der einzelligen Algen geht mitunter mit außerordentlicher Raschheit vor sich, so daß die bemerkenswerthesten Erscheinungen durch die unendliche Zahl dieser an und für sich so außerordentlich kleinen Geschöpfe hervorgerufen werden. Manche derselben, welche erst bei tausendfacher Vergrößerung eine Linie im Durchmesser betragen, färben durch die Billionen von dem bloßen Auge einzeln unsichtbaren farbigen Pünktchen ganze Gewässer roth, gelb oder grün. In den Polarländern und auf den Hochgebirgen ist nicht selten meilenweit der Schnee roth gefärbt durch die Schneealge; und diese Färbung, welche eine unnennbare Zahl von diesen Zellen voraussetzt, bildet sich binnen wenigen Tagen, ebenso wie wenige feuchte Tage genügen, um ganze Felsen oder Holzwände u. s. w. mit den grünen, gelben oder rothen Farbalgen (Chroococcus) und Wetteralgen (Protococcus) zu bekleiden. — Ebenso rasch, wie sie entstanden, vergehen diese sämmtlichen Pflänzchen unter Umständen, indem sie theils an der Luft austrocknen und nur zum kleinen Theil sich lebensfähig zu erhalten vermögen, bis neue Feuchtigkeit ihre Vermehrung wieder begünstigt, theils, wo sie im Feuchten wuchsen, der Vermoderung anheimfallen. Auf dem Grunde besonders von stehenden Gewässern

bilden sich nicht selten mit großer Schnelligkeit ziemlich beträchtliche Absätze schwärzlich braunen moderigen Schlammes, welcher zum großen Theile aus einzelligen Algen besteht, die bei der Fäulniß in eine solche Masse übergehen. Die auf dem Grunde des Wassers sich ablagernden Erdschichten werden reichlich mit ihnen untermengt und bekommen daher häufig ein schwärzliches Ansehen, welches im Feuer völlig verschwindet. Die verfaulenden Pflanzenzellen werden auf diese Weise reichliche Quellen von Kohlensäure und von Ammoniak und düngen somit sowohl das Wasser, als auch die in demselben neu entstehenden Bodenschichten, sowie auch aus dem gleichen Grunde der Moderschlamm aus Gewässern einen trefflichen Dünger für die Aecker und Wiesen darbietet. An der Bildung des Torfes nehmen die einzelligen Algen einen sehr bedeutenden Antheil, und aller Wahrscheinlichkeit nach haben sie ebenso zu der Bildung der Braun- und Schwarzkohlen nicht unwesentlich beigetragen. Dieselben sind jedenfalls von sehr erheblicher geologischer Wichtigkeit.

In dieser Beziehung verdienen die Kieselalgen eine besondere Erwähnung, d. h. solche einzellige Algen, welche sich durch eine verhältnißmäßig große Menge von Kieselerde auszeichnen, deren Vorhandensein in ihrer Zellhaut ihnen den Namen von Kieselinfusorien zugezogen hatte, als man sie noch zu den Thieren rechnete. Nur der Umstand, daß diese kleinen Wesen anfangs, als man das Mikroskop in der Pflanzenkunde noch eben nicht anwandte und den unscheinbaren niedrigsten Pflanzen noch überall keine Aufmerksamkeit schenkte, von Zoologen mit Infusionsthieren zufällig zusammen beobachtet wurden, veranlaßte die weiter nicht bedachte, später aber lange hartnäckig mit Scheingründen vertheidigte, Zusammenstellung derselben mit jenen mikroskopischen Thierchen. Später überzeugte man sich, daß jene „Kieselinfusorien, Stabthierchen (Bacillarieen) oder Theilthierchen (Diatomaceen)“ einzellige Algen seien. Die Kieselerde ist in einem sehr geringen Grade in Wasser auflöslich, fehlt aber gleichwohl wahrscheinlich in keinem Quellwasser gänzlich und kann somit von den Algenzellen aufgesammelt werden, welche verwesend diesen in ihrer Zellhaut enthaltenen Stoff in der Form der letzteren, als ein Gehäuse von außerordentlicher Zartheit hinterlassen. Starre, geradlinige, oft vieleckige Formen zeichnen diese Gehäuschen aus und machen dieselben unter dem Mikroskope leicht erkennbar. Die Vermehrung dieser Pflänzchen (Fig. 22, g — r), welche man gegenwärtig auch wohl Theilungsalgen (Diatomeen) nennt, weil sie sich durch fortwährende Theilung vervielfältigen, geht mit der außerordentlichsten Schnelligkeit vor sich und liefert so in sehr kurzer Zeit die ungeheuersten Ergebnisse. Ganze Meeresküsten, Flußbetten und Häfen sind einer fortwährend zunehmenden, der Schifffahrt hinderlichen Verschlammung unterworfen, wegen der ungeheuren Ablagerungen von Diatomeen, welche sich alljährlich in denselben bilden. Sümpfe werden durch solche allmählig trocken gelegt. Auf dem trocknen Lande findet man hie und da ausgedehnte Bodenstriche, welche mehrere Fuße, mitunter mehrere Klafter tief aus solchen Pflänzchen, welche in der Vermoderung begriffen sind, fast ganz ausschließlich bestehen. Andere Ablagerungen, in denen die verweslichen Materien bereits völlig vergangen und vermuthlich durch das eingedrungene Wasser ausgewaschen worden sind, bestehen aus der feinsten Kieselerde, deren Stäubchen sich unter dem Mikroskope vollkommen deutlich und sogar der Gattung nach erkennbar als Diatomeengehäuse zeigen (Fig. 26), von denen vierzig Billionen nicht mehr als einen Würfelzoll Erde darstellen, während man

a Desmidium apiculosum.
b Euastrum verrucosum.
c Xantidium ramosum.
d Peridinium pyrophorum.
e Gomphonema lanceolota.
f Hemanthidium arcus.
g Pinnularia dactylus.



h Navicula viridis.
i Actinocyclus senarius.
j Pixidula prisca.
k Gallionella distans.
l Synedra ulna.
m Bacillaria vulgaris.
(*n* Nadeln von Schwämmen).

Fig 26. Fossile Kieselzellen einzelliger Algen (400fach vergrößert).

z. B. im Lüneburgischen, bei Oberohe im Amte Ebstorf, ein solches Lager von so genannter Kieselguhr kennt, dessen Dicke, bei einer Ausdehnung von einer halben Quadratmeile, mehr als zwanzig Fuße mißt. Man kennt dergleichen Bodenschichten gegenwärtig schon in vielen Gegenden der Erde. Aber nicht allein in der gegenwärtigen quaternären und der vorhergegangenen tertiären Periode haben Diatomeen so wichtige Beiträge zur Bildung neuer Erdschichten geliefert, sondern auch in älteren sekundären Formationen findet man solche. Der sogenannte Polirschiefer, ein zartes blättriges, zerreibliches Kieselmehl, in schiefrigen Massen abgelagert, welches in manchen Gegenden, z. B. am Habichtswalde bei Kassel im Tertiärgebirge beträchtlich ausgedehnte Schichten bildet, ist deutlich als Diatomeenprodukt erkennbar. Die Kreide, besonders der Feuerstein, welcher in derselben knollenweise vorkommt, besteht großentheils aus Ueberbleibseln ähnlicher Pflänzchen. Manche Kieselschichten anderer Formationen, welche gegenwärtig als festes Quarzgestein in unsern Gebirgen erscheinen, haben vermuthlich den gleichen Ursprung, wenn gleich die im Laufe der Jahrtausende lösend und bindend wirkenden Gewässer dieselben so fest vereinigt haben, daß selten noch die wirkliche Nachweisung erkennbarer Ueberbleibsel möglich ist.

* * *

Für die Pflanzenkunde ist die Kenntniß der einzelligen Algen, ebenso wie die Kenntniß der einfachsten Pilze, deßhalb von großer Wichtigkeit, weil diese einfachsten aller zu den Pflanzen zu rechnenden Organismen uns das Verständiß der Vorgänge, auf welchen die Entstehung, die Ernährung, das Wachsthum, die Vermehrung und Fortpflanzung der Gewächse beruht, erleichtern. Alle diese Vorgänge finden sich hier in höchster Einfachheit. Bei vollkommneren Pflanzen geschieht das, was bei den einzelnen Zellen zu beobachten ist, in tausendfacher Zusammensetzung und Wiederhohlung, zugleich aber mit steigender Sonderung der einzelnen Vorgänge. Die Wurzeln, die Stengel, die Blätter, die Blüthentheile, die Samen, kurz alle Theile der vollkommensten Pflanzen bestehen aus mehr oder minder zahlreichen und sehr verschiedenartig angeordneten, bald lockerer, bald dichter zusammengedrängten und mannigfaltig gestalteten Zellen (Fig. 27 — 29) — aber hier kann nicht jede Zelle für sich bestehen, sondern nur in Verbindung mit den übrigen Zellen oder einer Gruppe derselben (ein Zweig für sich, eine Knospe, ein Blatt, ein Samenkorn für sich), mit denen sie ein gemeinsames Ganzes bildet, und von denen die einen die Fähigkeit besitzen, flüssige Nahrung einzusaugen, während andere Gase aus der atmosphärischen Luft aufnehmen und abscheiden, einige nur solche Zellen erzeugen, welche die Theile des Gewächses vermehren, andere dagegen solche Zellen hervor=



Fig. 27. Querschnitt eines Stückes von einer jungen Wurzel der Dattelpalme.*

* *a* Zellen, mit mehrfach verdickter Zellenhaut; — *b* Schleimschicht, welche die Zellen zusammenleimt, hier Zwischenzellenstoff genannt. Vergrößert.

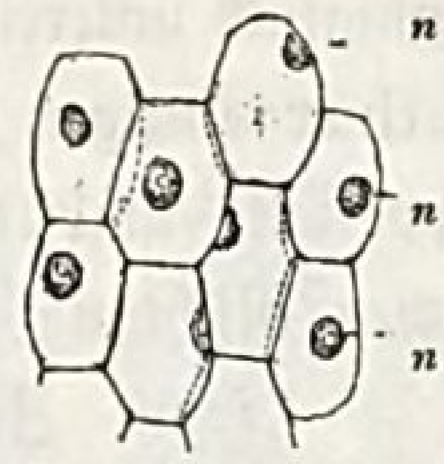


Fig. 28. Junge Zellen aus einer Runkelrübe, mit deutlichen Zellenkernen (Cytoblasten, *n*). Vergrößert.

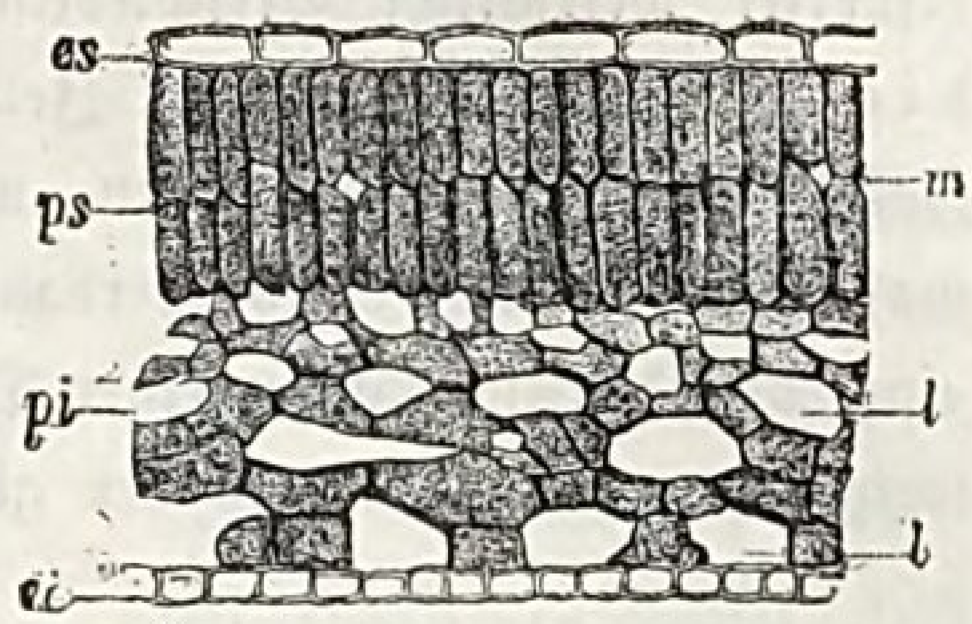


Fig. 29. Senkrechter Durchschnitt von dem Blatte einer Lilie.*

* *es* Zellen der Oberhaut des Blattes auf der obern Fläche; *ei* auf der untern Fläche; *ps* obere Schichten des innern Zellgewebes; *pi* untere Schicht desselben. Vergr.

bringen, welche Samen, den Anfang eines neuen gleichartigen Gewächses, bilden, einige diesen, andere jenen besonderen Stoff aus der aufgenommenen Nahrung bereiten. Bei einem vollkommenen Gewächse, welches Wurzel, Stengel, Blätter, Blüthen und Samen erzeugt, stimmen gewisse Zellen und Zellengruppen in ihren Lebensverrichtungen mit den einzelligen Pilzen, gewisse andere, besonders alle grünfarbig erscheinenden Zellen und Zellengruppen mit den einzelligen Algen überein. Der auf Kosten von zubereiteten, im Samen selbst enthaltenen, Nahrungsstoffen sich entwickelnde Keim bedarf, wie die Pilze, nicht des Sonnenlichtes, nimmt, wie jene, Sauerstoff in sich auf und haucht Kohlensäure aus. Die Blätter und andere grüne Organe nehmen Kohlensäure auf und hauchen, unter dem Einflusse des Sonnenlichtes diese zerstörend, Sauerstoff aus; sie verarbeiten die durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommenen unorganischen Nahrungsstoffe durch Assimilation. — Alle Pflanzen, so vollkommen und zusammengesetzt ihre Organisation auch sein mag, sind im allerersten Beginne ihrer Entwicklung eine einzige Zelle (Fig. 30), welche von der Mutterpflanze erzeugt wird, und diese Zelle besitzt keine wesentlich von der Organisation der einzelligen Pilze und Algen verschiedene Eigenschaft, welche wir wahrzunehmen vermöchten.

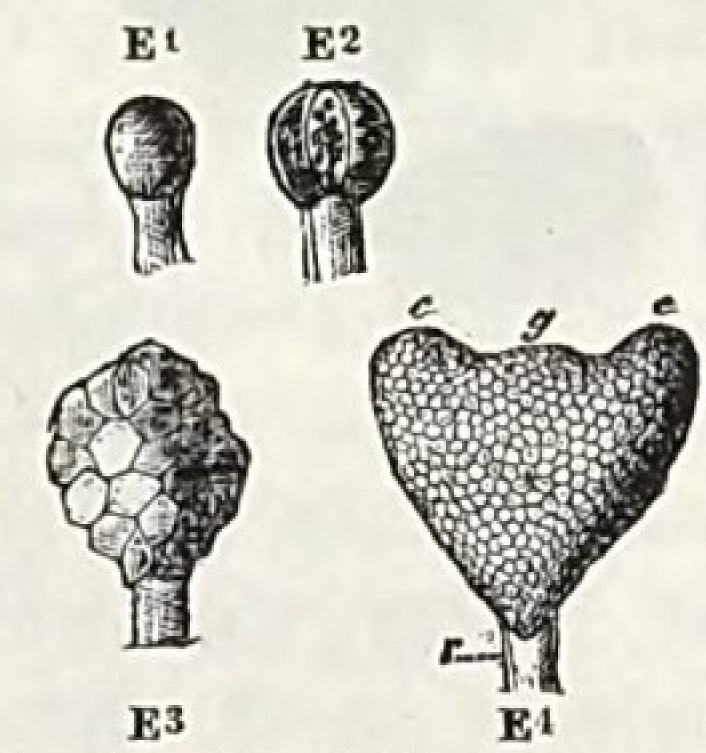


Fig 30. Der Keim des Samens einer Nachtkerze (oder Oenothera).*

*E^1 Der Keim ist eine einzelne Zelle, durch eine andere fadenförmige Zelle an die Mutterpflanze innerhalb des Fruchtknotens angeheftet; E^2 aus der einen Zelle sind mehrere entstanden; E^3 der Keim ist ein Häufchen zusammengedrängter und daher vieleckiger Zellen; E^4 der Keim, aus sehr zahlreichen Zellen bestehend, beginnt die verschiedenen Theile des Samens zu zeigen: *r* die Wurzelspitze, *cc* die Samenlappen, *g* das Samenknöspchen.

II. Klasse. Die Fadenalgen. (Conferven.)

Die sogenannten Sternschnuppen- oder Nostokschleimalgen sind unregelmäßige fleckenförmige, grüne, gallertartige Schleimausbreitungen von geringer, höchstens ½ Linie betragender Dicke und verschiedener, manchmal mehrere Quadratzolle enthaltender Fläche, welche in feuchten Herbst- und Frühlingstagen oder im Sommer bei regnerischen Zeiten, mitunter in großer Menge, auf dem Erdboden gefunden werden (Fig. 31). Jedes derartige Schleimlager ist das Produkt einer zahllosen Menge von Zellen, welche in demselben liegen. Diese Zellen zeigen unter dem Mikroskope

keinerlei wesentliche Verschiedenheit von den einzelligen Wetteralgen, als nur eben die, daß hier stets gewisse Zellen reihenweise in innigerem Zusammenhange stehen. Zahlreiche Zellenreihen liegen, mannigfach untereinander verflochten, in der Schleimmasse. Jede solche Reihe verdankt einer einzigen Zelle ihre Entstehung, welche durch eine Scheidewand sich zu einer Doppelzelle umbildete, aus welcher sich sodann durch fortgesetzte und immer in der gleichen Richtung erfolgende Scheidewandbildung und somit Zellenverdopplung eine immer mehr sich verlängernde Zellenreihe entwickeln mußte, deren einzelne Zellen durch Aufnahme von Regenwasser, in welchem Kohlensäure und Ammoniak niemals fehlen, und welches auf dem Boden eine Spur erdiger Stoffe aufzulösen vermag, sich ernährten und bis zu der Größe der ersten Mutter- oder Keimzelle ausdehnten, zugleich aber eine Schleimschicht auf ihrer Zellenhaut durch Aussonderung ablagerten, die durch Feuchtigkeit aufquillend von allen Zellen zu einer gemeinsamen Masse zusammenfloß. Die einzelnen Zellen trennen sich nicht vollständig von einander, sondern bleiben durch die gerade Scheidewand zusammenhangend, welche zwar doppelt ist, so daß jede Zelle eine vollkommen umschließende Zellhaut besitzt, aber nicht durch eine Schleimaussonderung getrennt erscheint. Irgend eine Zelle der perlschnurförmigen Reihe vergrößert sich stärker als die übrigen und sondert sich von den beiderseits benachbarten Zellen durch eine Schleimaussonderung. Die beiden auf solche Weise getrennten, oft sehr ungleich langen Stücke der Zellenreihe dehnen sich ungestört weiter aus und können sich weiter theilen. Die eine zwischenliegende Zelle aber theilt sich durch eine Scheidewand, welche nach der Länge der ganzen Reihe gerichtet ist, zu welcher die Zelle vorhin gehörte, und es beginnt auf diese Weise die Bildung einer neuen, die frühere Reihe kreuzenden Zellenreihe. Solche Reihen entstehen bei genügender Feuchtigkeit mit großer Schnelligkeit und natürlich in stets sich verdreifachender Zahl, woraus sich die außerordentlich plötzliche Erscheinung derartiger Sternschnuppenschleimlager erklären läßt. Jede Reihe bildet ein zusammengehöriges Ganzes, und unter den Zellen bietet sich der wesentliche Unterschied dar, daß die einen nur zur Vermehrung der Zellen der gleichen Reihe fähig sind, während gewisse andere den Anfang einer neuen Reihe bilden und somit zur Fortpflanzung dieser einfachen Gewächschen dienen können. Ein herabfallender Regentropfen, welcher eine solche Keimzelle oder Sporidie verspritzend aus der Schleimmasse fortschnellt, veranlaßt durch diese leicht die Entstehung einer zweiten ähnlichen Schleimmasse, und so können wenige Stunden nach einem Regengusse deren oft Tausende auf dem Boden verstreut erscheinen.

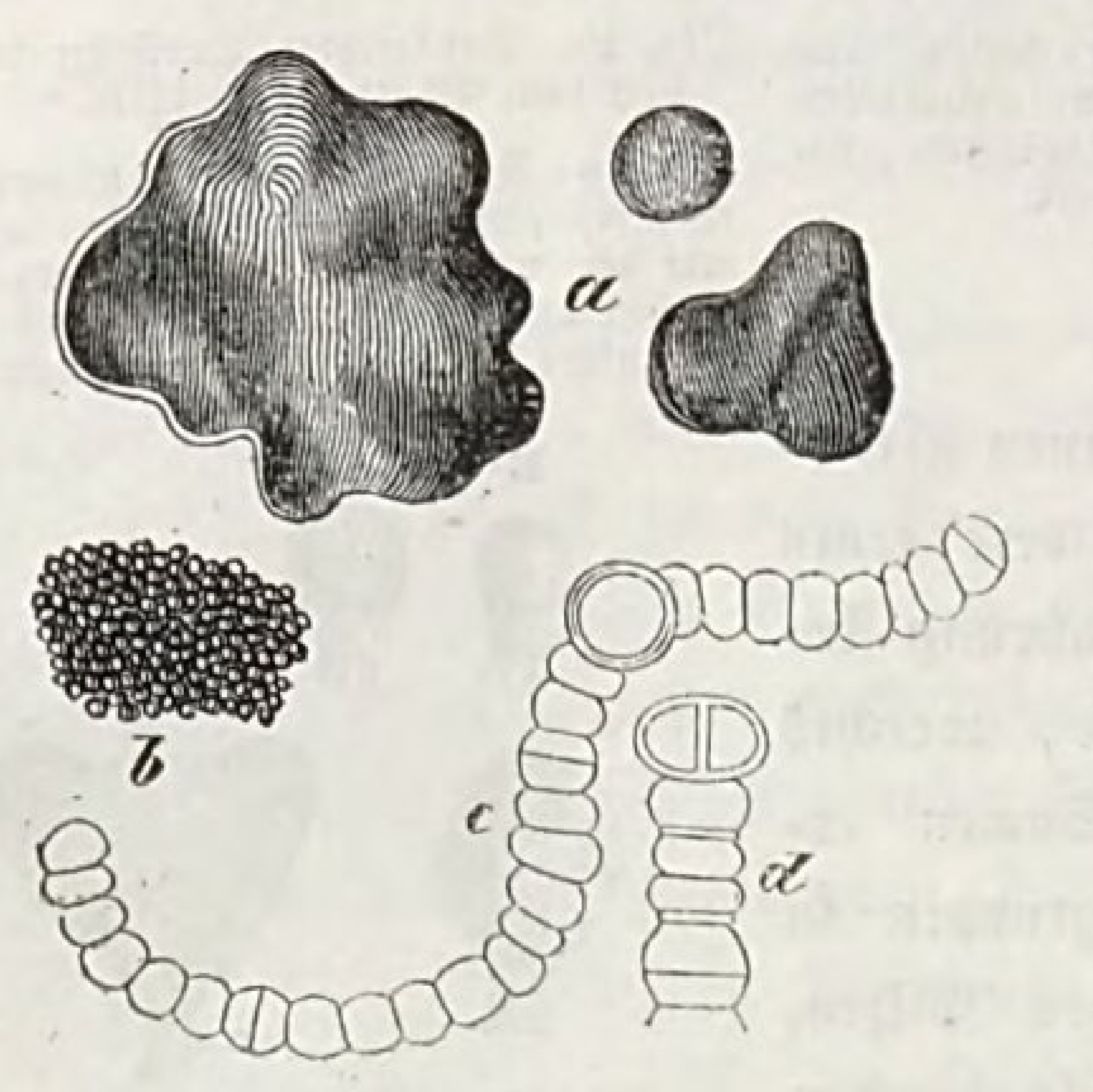


Fig. 31. Die gemeine Nostokschleimalge (Nostoc communo). *

* *a* Einige Schleimlager in natürlicher Größe; *b* ein kleines Stück eines Schleimlagers unter 100-facher Vergrößerung; *c* eine Zellenreihe, stärker vergrößert und in vielfacher Zellentheilung begriffen; eine der Zellen besondert sich; *d* ein Stück einer Zellenreihe mit einer in gekreuzter Richtung sich theilenden Zelle.

Die Sternschnuppenschleimalge bildet für das Verständniß von den einzelligen Algen einen leichten Uebergang zu den Fadenalgen. — Fast an jedem Brun-

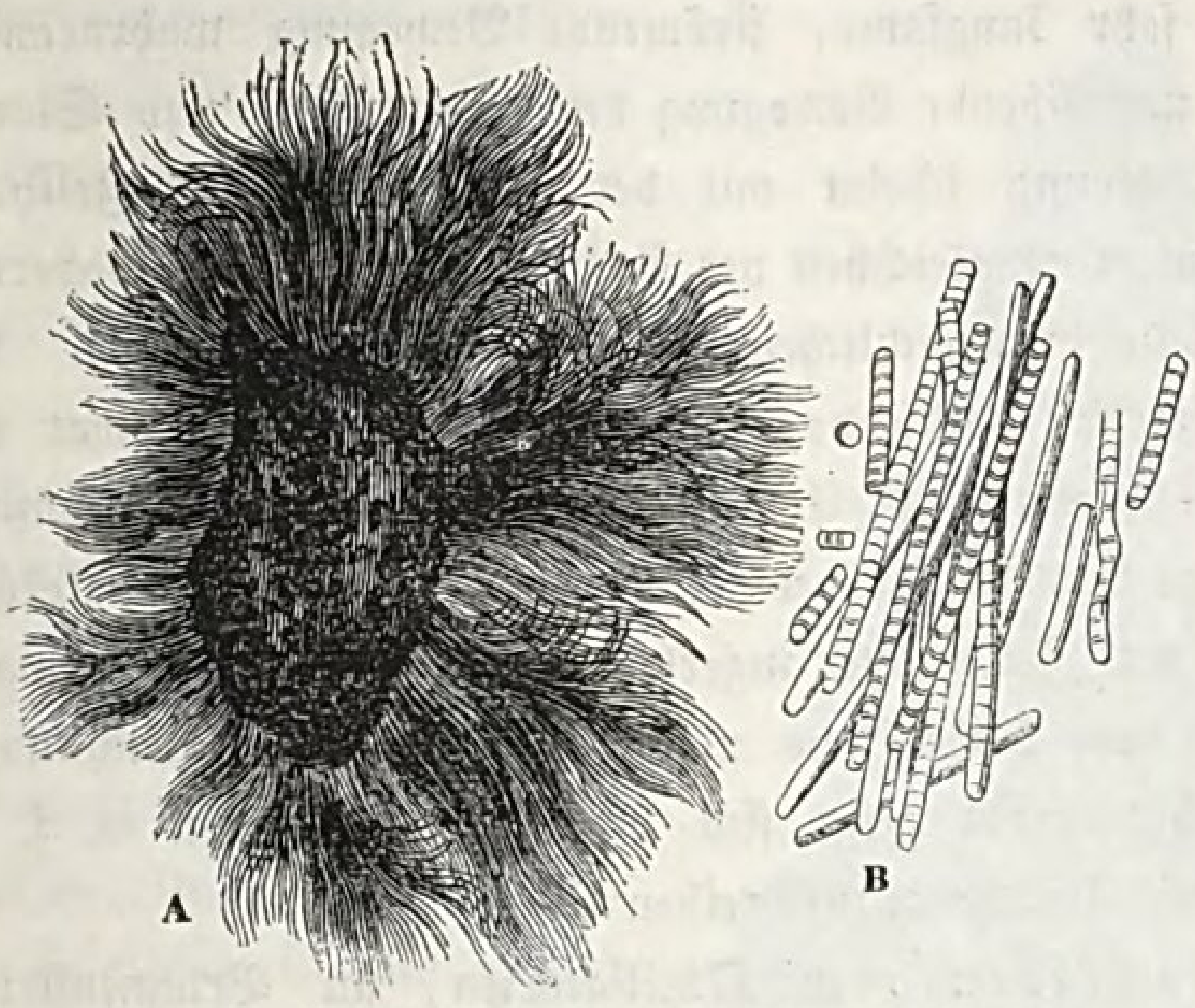


Fig. 32. Schwingfaden (Oscillatoria autumnalis). *

* A Ein mit grüner schleimiger Oscillatorienmasse bedeckter Gossenkoth.
B Ein dem bloßen Auge nicht wahrnehmbares Flöckchen dieser Masse unter zweihundertfacher Vergrößerung.

nen, in Gossen (Fig. 32), Bächen, Teichen und andern Gewässern bemerkt man grüne Schleimmassen, bald in Form von Ballen oder Schweifen, bald in unregelmäßig verbreiteten Flocken, nicht selten auch auf stehenden Gewässern eine dichte schwimmende, durch viele Luftblasen schaumige Decke bildend. Bringt man eine geringe Menge dieses grünen Schleimes in ein Glas mit reinem Wasser, so erkennt schon das bloße Auge in derselben zahllose seidenartig feine, schleimige Fäden. Unter dem Mikroskope haben wir Mühe, die Fäden so zu vereinzeln, daß wir ihre Organisation deutlich zu erkennen vermögen. Es sind glashelle Fäden, innen mit Flüssigkeit gefüllt, in welcher Stärkekügelchen und grüne Clorophyllkörnchen in Menge erkennbar sind; das Innere der Fäden ist durch zahlreiche regelmäßige Scheidewände in viele besondere Abschnitte getheilt; jeder Faden ist an beiden Enden zugerundet und wächst, hier sich ausdehnend, unter regelmäßiger Bildung neuer Scheidewände fort. Von den Sternenschnuppenschleimalgen unterscheiden sich diese Fäden nur durch die Form der einzelnen Zellen, welche nirgend an die ursprüngliche Kugelform erinnern, als an den beiden Enden jedes Fadens, und bei starker Ausdehnung in die Länge, nirgend einen größeren Querdurchmesser haben, als an den Scheidewänden, so daß sie ganz regelmäßig walzenförmige Röhren bilden. — Es giebt eine sehr große Menge verschiedener Gattungen von Fadenalgen. Die einen wachsen frei im Wasser schwimmend, während andere mit ihrem Schleimüberzuge in starken Büscheln zusammen vereinigt am Boden oder an irgend welchen festen Gegenständen festgeheftet sind. Die einen erreichen stets nur eine geringe Länge, während andere sich, ohne daß ihre Dicke deßhalb zunähme, mehrere Schuhe lang ausdehnen. Die einen haben nur einfache Fäden, während bei andern einzelne Zellen Seitenauswüchse erzeugen, welche durch Scheidewandbildung zu besonderen Seitenzellen und durch weitere Ausdehnung und Bildung neuer Scheidewände zu Seitenfäden entwickelt werden, so daß mannigfache Fadenknäuel und Verästelungen entstehen.

Der Zellensaft der Fadenalgen ist meistens farblos und erscheint nur durch die in ihm verstreuten Chlorophyllkügelchen grün, oder, wenn statt des Chlorophylls ein anderer Farbstoff vorhanden ist, wie solches bei einigen im Meerwasser wachsenden Conferven regelmäßig der Fall zu sein pflegt, roth. Bei manchen Gattungen ist statt des Chlorophylls das nicht an Kügelchen oder Körnchen gebundene, sondern unter der Zellhaut als eine allgemeine Schicht oder strichweise verbreitete Phycochrom von grüner, gelber, rother oder bläulicher Farbe vorhanden. Der ganze Zelleninhalt läßt mitunter während des lebhaftesten Wachsthumes der jungen

Zellen eine deutliche, freilich sehr langsame, strömende Bewegung wahrnehmen, welche sich besonders durch eine umtreibende Bewegung der Chlorophyll- und Stärkekörnchen kund gibt. Diese Bewegung scheint mit der Ungleichheit der Zellhaut, und mit der daraus hervorgehenden Ungleichheit der Auffaugung und Aussonderung an verschiedenen Punkten der Zelle in ursächlichem Zusammenhange zu stehen. Bei völlig ausgebildeten und nicht mehr wachsenden Zellen beobachtet man zwar eine solche Bewegung nicht mehr, wohl aber, als Erfolg einer solchen, eine regelmäßige, mitunter ring- oder spiralförmige Anordnung des Chlorophylls und der Stärkekörnchen, welche an der Wandung der Zelle wie angeklebt haften. Diese Anordnung des Chlorophylls bietet unter dem Mikroskope meistens sehr artige Zeichnungen dar (Fig. 34). Auch das Phykochrom zeigt sich in Gürteln, Flecken u. s. w. abgelagert, welche einer ähnlichen Ursache zuzuschreiben sind.

Die sogenannten Schwingfäden oder Oscillatorien, an Brunnensteinen und in Gossen, wie auch in Bächen, selbst in heißen Quellen, wo sie den sogenannten Badeschleim bilden, sehr häufig als schwarzgrüne oder bläulichgrüne Schleimflocken bemerkbar, zeichnen sich durch höchst eigenthümliche pendelartige oder spiralig zuckende Hin- und Herbewegungen der ganzen Fäden während ihres Wachsthumes aus. Obgleich die Ursache dieser sonderbaren Bewegungen noch nicht genügend erklärt ist, so scheint dieselbe doch mit dem Wachsthume der Zellen in sehr engem Zusammenhange zu stehen. — Bemerkenswerth ist der angenehme Veilchenduft, welchen die sogenannten Veilchenalgen (Amphiconium rupestre) verbreiten. Diese Pflänzchen bilden einen geringen, zumal im trockenen Zustande kaum bemerkbaren Ueberzug an Felsen, von welchen man Bruchstücke unter dem Namen Veilchensteine nicht selten in den Händen von Gebirgsreisenden findet.

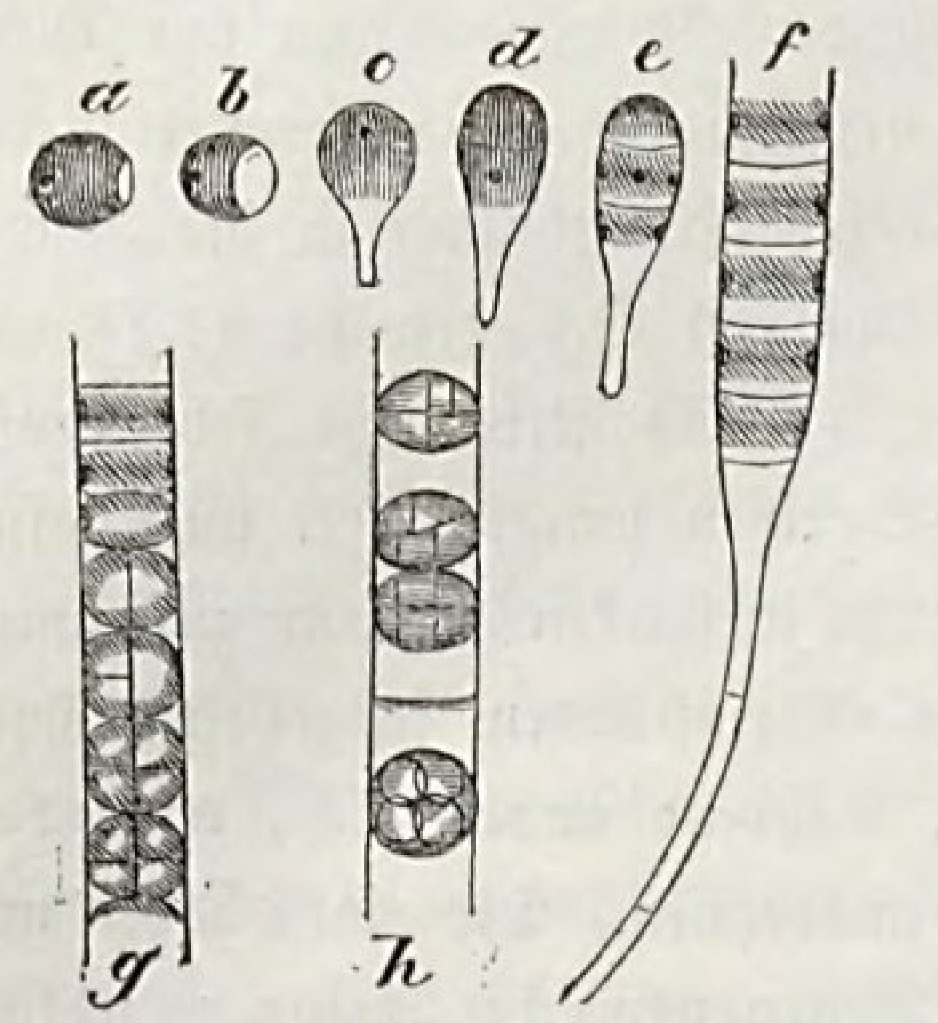


Fig. 33. Die Entwicklung und Fortpflanzung der wollhaarähnlichen Gürtelconferve (Ulothrix zonata) in 200facher Vergrößerung. *

* *a* Eine Keimzelle mit einem rothen sogenannten Augenpunkte und klarer Keimungsstelle; *b* dieselbe, bei beginnender Entwicklung; *c* dieselbe mit wurzelähnlichem Auswuchse; *d* junge Pflanze, aus zwei Zellen bestehend; *e* dieselbe dreizellig; *f* der untere Theil einer ältern Pflanze mit gürtelförmig liegendem grünem Farbstoffe und Kügelchen, welche wahrscheinlich aus Stärke bestehen; *g* Stück eines Fadens, in welchem die Keimzellenbildung begonnen hat; man sieht oben noch unveränderte Zellen, weiter unten solche, welche sich eiförmig absondern, senkrecht und wagerecht theilen; *h* die Keimzellenbildung, theilweise schon vollendet; einzelne Mutterzellen sind schon entleert. —

Die Fortpflanzung der Wasserfäden geschieht auf verschiedene Weise, ist indessen bei manchen Gattungen noch keineswegs beobachtet. Einzelne Zellen eines Fadens (Fig. 33), mitunter eine ganze Reihe von solchen, runden sich kugelig und lösen sich dabei fast ganz aus der Berührung der Nachbarzellen, ohne jedoch die gemeinsame Schleimhülle des Fadens zu verlassen, und bekommen Scheidewände, wie wenn sie sich theilen wollten. Bevor aber die beiden Zellenhälften sich trennen, zeigen sie in querer Richtung, bald beide zugleich, bald die eine bevorzugt, eine neue Scheidewand. Auch die hiedurch entstandenen drei oder vier Zellenräumchen können sich noch wieder theilen, und jeder einzelne Raum bildet sich wirklich zu einer besondern Zelle aus und nimmt, sich völlig von den Nachbarzellen sondernd, eine kugelige oder eiförmige, nur stellenweise durch die Zusammendrängung ein wenig abgeplattete Form an, so daß schließlich in einer Zelle des Fadens drei, vier, fünf oder mehr kleine

Zellen sich eingeschlossen befinden. Diese Zellen sind **Keimzellen**; sie verlassen die Mutterzelle, indem sie diese durch ihr Wachsthum sprengen, und werden dann jede der Anfang eines neuen Fadens. — Bei manchen Gattungen bildet sich eine Keimzelle in gewissen seitenständigen Zellen, welche, anstatt zu einem Aste auszuwachsen, kugelig anschwellen, die Keimzelle in sich entstehen lassen und dann, sich auflösend, derselben den Austritt gestatten. — Bei andern geht eine vollständige Conjugation der Keimzellenbildung voraus (Fig. 34). Zwei neben einander liegende Fäden bekommen Anschwellungen oder Ausbauchungen an je einem oder mehreren Paaren sich berührender Zellen, und diese Ausbauchungen wachsen so zusammen, daß beide Fäden stellenweise vereinigt erscheinen. Der Inhalt jedes verbundenen Zellenpaares, besonders bemerkbar die Masse der Chlorophyllkügelchen, ballt sich zu einem Kerne zusammen, bekommt eine Zellhaut und verläßt als Keimzelle die sich auflösende Mutterzelle.

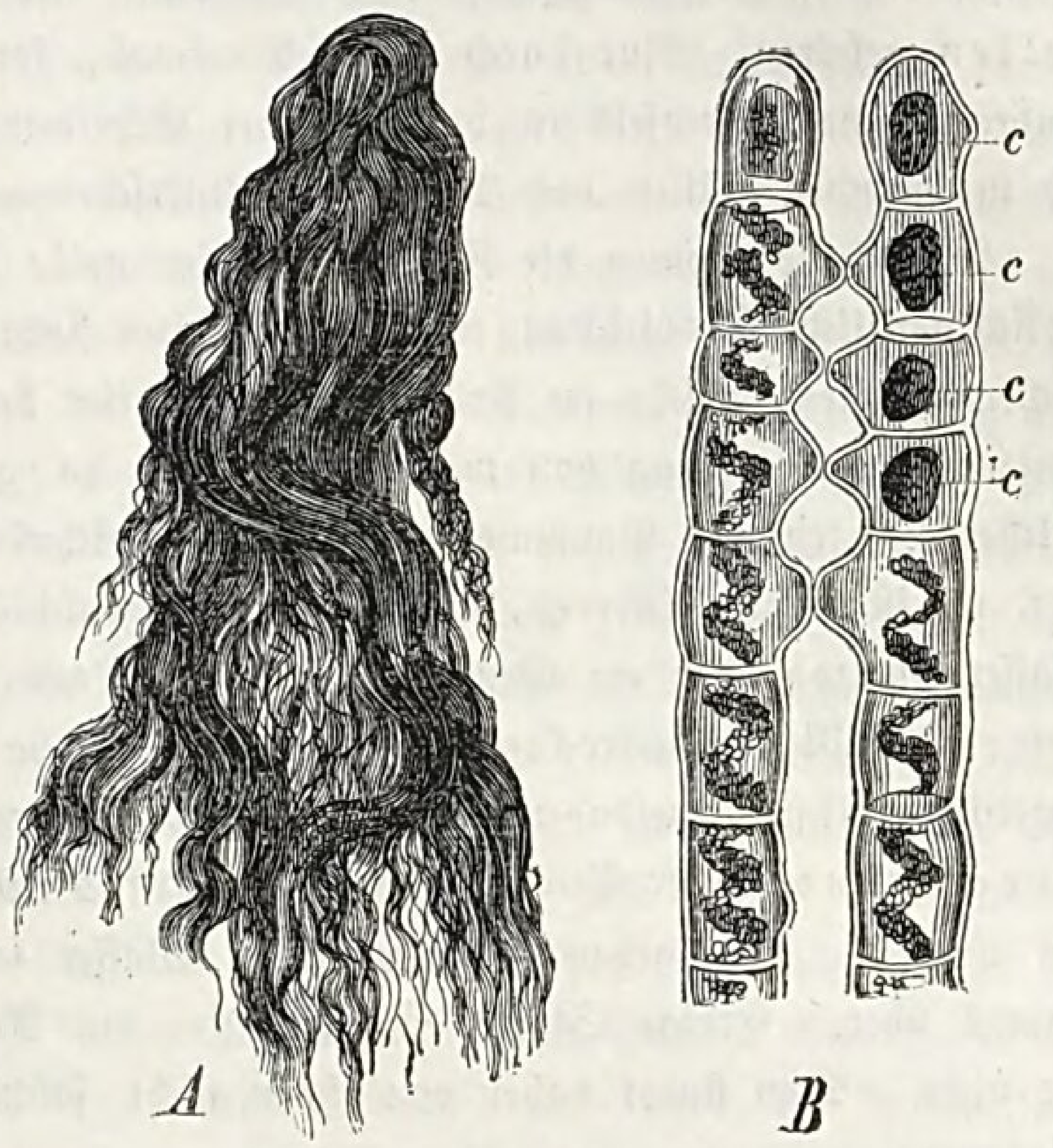


Fig. 34. Die leiterförmige Zickzackconferve (Zygnema quininum).*

* A Ein Büschel schleimiger Fäden von der Oberfläche eines Teiches. B zwei Fadenenden, deren mit spiralig liegenden Chlorophyll- und Stärkekörnchen gefüllte Zellen zum Theil in der Copulation begriffen sind; 400fach vergrößert; c Zellenkernmassen, um welche die Keimzellen sich bilden.

Die **Keimzellen** oder **Sporidien** vieler Fadenalgen (Fig. 25) zeigen nach dem Austritte aus der Mutterzelle sehr lebhafte Bewegungen, welche hier zwar nicht durch einen allgemeinen Wimperüberzug der Zellhaut, wohl aber durch zwei oder vier Wimperfäden oder durch einen Gürtel von solchen scheinbar bewirkt werden. Man hat dieselben daher oft für Infusionsthiere angesehen und wohl gar rothfarbige Oeltröpfchen, welche sich in denselben zeigen (Fig. 33, a) für Augenpunkte angesehen. Bei der Keimung entwickeln manche, indem sie sich festsetzen, eine fadenförmige Verlängerung, in welcher sich einzelne Scheidewände erzeugen, und welche einer Wurzel nicht unähnlich ist, übrigens aber keineswegs die Bedeutung besitzt, wie bekanntlich die Wurzeln vollkommenerer Pflanzen, die Aufsaugung der Nahrung für das ganze Gewächs zu verrichten.

Die Fadenalgen unterscheiden sich von denjenigen einzelligen Algen, welche in regelmäßigen Gruppen zusammenhangen und so ein gemeinsames Ganzes ausmachen, nur dadurch, daß bei jenen **jede einzelne Zelle** fähig ist, eine Fortpflanzungszelle zu sein, oder vielmehr zwischen Vermehrung der Zellen und Fortpflanzung überall kein wesentlicher Unterschied stattfindet, während bei den Fadenalgen doch wenigstens immer **eine Zelle**, die Keimzelle selbst, oder **mehrere solche zur unmittelbaren Bildung von Keimzellen unfähig sind**, so daß zu einem

selbstständigen, fortpflanzungsfähigen Gewächse also immer wenigstens mehrere Zellen gehören. Nur durch dieses Merkmal, sowie durch den stets damit verbundenen eines Wechsels in der Lage der Scheidewände, welche sich bilden, bietet sich in manchen Fällen das Mittel zur Unterscheidung.

Absterbend nehmen die Fadenalgen eine gelbe Farbe an, welcher an der Luft endlich gänzliche Ausbleichung folgt. Nicht selten findet man auf Wiesen im Sommer an solchen Stellen, welche im Frühlinge mit Wasser bedeckt waren, einen papier- oder wattenartigen Ueberzug von weißen, hie und da grüngelben oder braunen Fäden, welche der feinsten Baumwolle ähneln. Solches „Wiesenpapier, Himmelstuch" u. s. w. ist nichts Anderes, als die Fadenalgenschicht, welche als dichte Decke das Wasser überzog oder am Grunde desselben sich als schleimiger Schlamm abgelagert hatte, in völlig ausgetrocknetem und ausgebleichtem Zustande, meistens mit vielen einzelligen Algen, besonders auch Diatomeen, vermengt. — An der Bildung des Modergrundes der Gewässer und des Torfes nehmen die Fadenalgen sehr wichtigen Antheil. Sie gehen nämlich unter Wasser faulend in braunen Moder oder Humus über. Erdige Stoffe enthalten sie, mit Ausnahme weniger Kalkerde, fast gar nicht. Man findet daher von ihnen nicht solche fossile Spuren, wie von den Diatomeen.

III. Klasse. Die Tange.

Der gemeine Blasentang (Fig. 35), welcher an unsern Seeküsten an allen Steinen hangt, so weit die Flut dieselben bespült, ist wohl das bekannteste Beispiel der fast ausschließlich dem Meere angehörigen Algen, welche man mit dem Namen der Tange belegt. Die Anfänge dieser Pflanze bestehen immer in einem Zellenhäufchen, welches sich aus einer Keimzelle entwickelt, und welches, indem

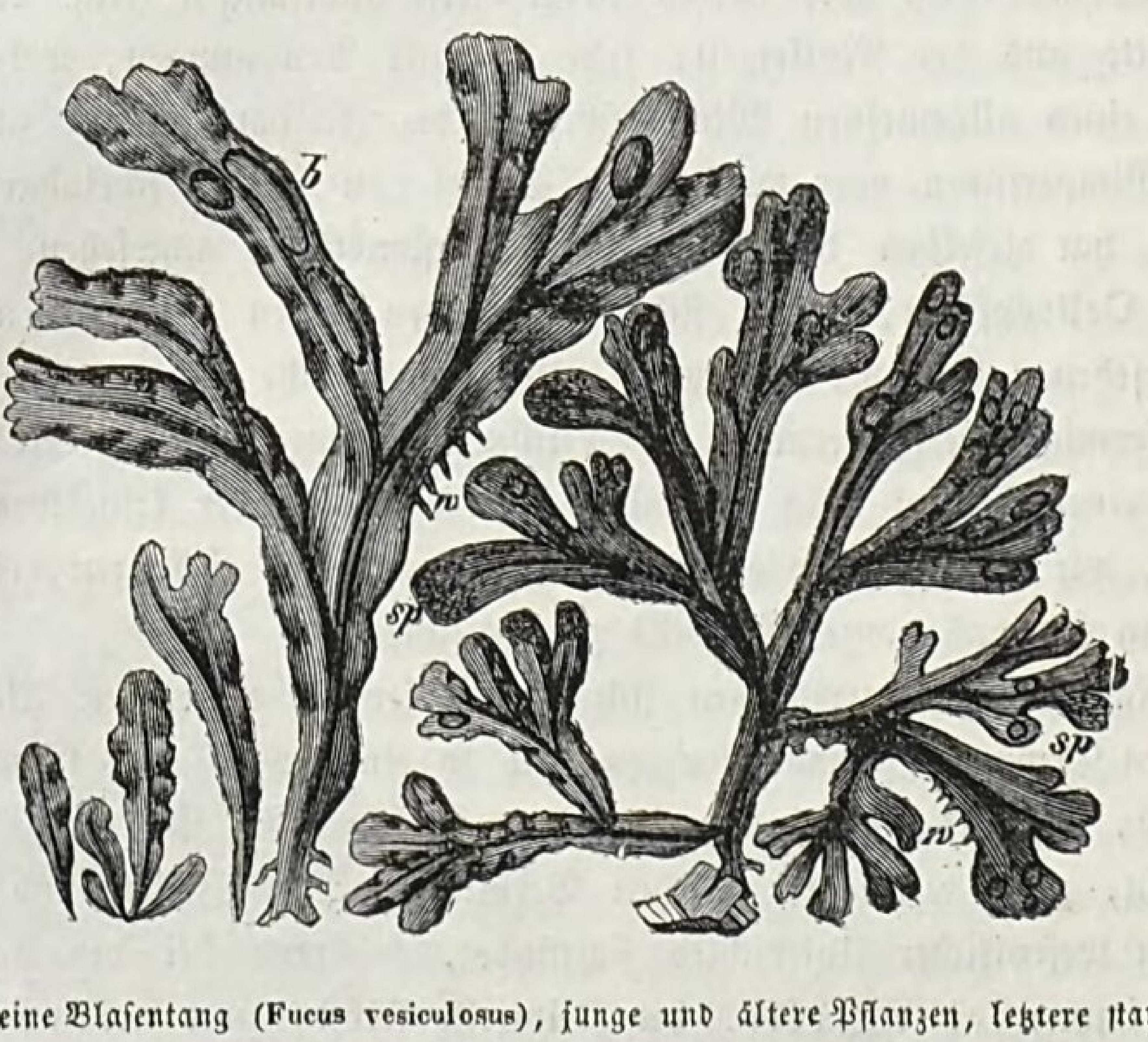


Fig. 35. Der gemeine Blasentang (Fucus vesiculosus), junge und ältere Pflanzen, letztere stark verkleinert. *

* b Blasen; w wurzelartige Auswüchse; sp Keimzellenbehälter (Sporangien), an der Spitze mancher Lappen durch Pünktchen bemerkbar.

die einzelnen Zellen in verschiedenen, vorzugsweise aber in einer Haupt- und einer Nebenrichtung, sich durch Scheidewände verdoppeln, bald einen blattähnlichen Lappen darstellt, dessen Anfang mehr oder weniger stielartig erscheint. Da, wo die erste Zelle an einem festen Gegenstande anklebte, bildet sich ebenfalls eine, meistens sehr unregelmäßige, Zellenmasse, welche sich an den Gegenstand anschmiegt und mitunter eine fast wurzelartige Form annimmt. Der blattartige Lappen, das sogenannte Laub oder der Wedel der Alge, wächst unbegrenzt fort, theilt sich aber bald hier bald da gablig, so daß eine vielfach zertheilte Blattform entsteht. Eine solche Pflanze besitzt eine fast lederartige Zähigkeit; die einzelnen Zellen, besonders diejenigen, welche die äußere Schicht bilden, sind von ziemlicher Festigkeit und mehr oder weniger innig durch eine knorpelige gallertartige Schleimmasse zusammengeleimt. Man unterscheidet eine dichtere und festere Rindenschicht und eine lockere und weichere Markschicht, welche letztere von der ersteren ganz umhüllt und also nur auf einem Durchschnitte sichtbar ist. Die inneren Zellen sind fast farblos, die äußeren dagegen mit dunkelolivgrünem Farbstoffe versehen. Da die Menge des zwischen den Zellen durch die Aussonderung derselben angehäuften Schleimes, des sogenannten Zwischenzellenstoffes, sehr bedeutend und durch die Aufquellung im Wasser noch auffallender ist, so liegen die Zellen sehr weit von einander getrennt (Fig. 36). In der Mittellinie der Lappen sind die Zellen stärker angehäuft und bilden so eine Art von Leiste oder Blattrippe in denselben, welche der ganzen Länge nach verläuft und bei jeder Theilung sich gabelt. An den Spitzen der einzelnen blattartigen Lappen des Wedels, und zwar auf beiden Flächen desselben, bilden sich einzelne Zellen der Rindenschicht stärker aus und werden zu Mutterzellen, in welchen eine Anzahl anderer Zellen entstehen, welche letztere Sporidien sind, weßhalb die Mutterzellen, in welchen sie entstehen, auch wohl Sporidienbehälter oder Sporangien genannt werden. Gewöhnlich bildet sich in einem Sporangium eine ziemliche Anzahl von Zellen von denen jedoch die meisten sich zu leeren fadenartigen Schläuchen, den sogenannten Paraphysen, umgestalten, während inner-

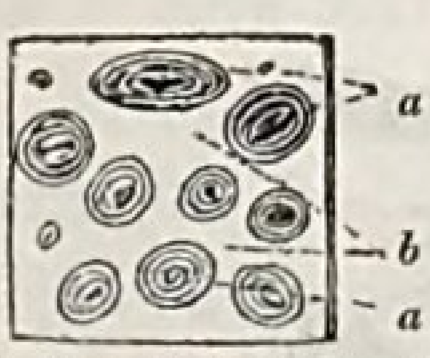


Fig. 36. Ein kleines Durchschnittsstück vom Zellgewebe eines Tanges (**Himanthalia lorea**).*

* *aa* Zellen; *b* Zwischenzellenstoff.

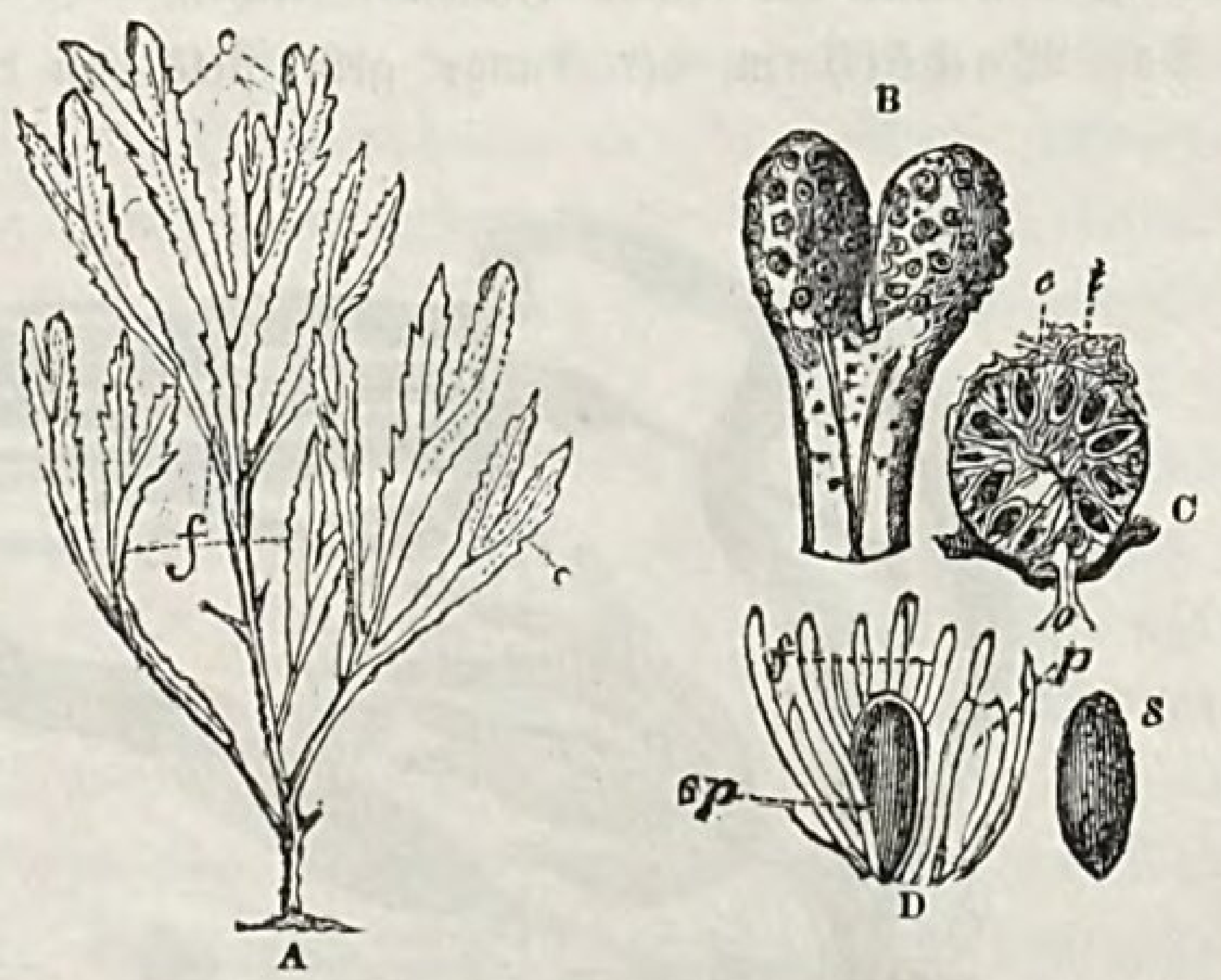


Fig. 37. Der sägeblättrige Tang (**Fucus serratus**) und seine Fortpflanzung.*

* **A** Die ganze Pflanze stark verkleinert; *f* der Wedel oder das Laub; *cc* Keimzellenbehälter, an den Spitzen der Lappen durch Pünktchen bemerkbar.

B Die Spitze eines Lappens in natürlicher Größe.

C Senkrechter Durchschnitt eines Behälters, vergrößert; *t* Zellgewebe, worin der Behälter liegt; *c* Behälter mit vielen Keimzellen und Paraphysen; *o* Mündung, durch welche das Sporangium sich nach außen öffnet.

D Sporidien, von denen die eine, *sp*, noch in ihrem Mutterschlauche liegt, umgeben von Paraphysen *f*; *s* eine einzelne Sporidie, aus dem leeren Mutterschlauche *p* ausgeschlüpft.

halb gewisser anderer eine stärkere Kernmasse sich ansammelt und mit einer besondern Zellhaut umgibt, so daß die hiedurch gebildete Sporidie, deren Farbe schwärzlich-grün zu sein pflegt, in der ersten Zellhaut wie in einem Schlauche liegt (Fig. 37, sp). Beim Blasentange und manchen ähnlichen Gattungen erkennt man die Lage der Sporangien leicht an punktförmigen Wärzchen, mit welchen diese durch ihre stärkere Ausbildung theils in die Markschicht eingesenkten, theils oberflächlich hervorragenden Zellen (c), sich zwischen den übrigen Rindenzellen hervordrängen und endlich sogar mit einer kleinen Mündung (o) öffnen, durch welche sodann die ihre Specialschläuche (p) sprengenden und zurücklassenden Sporidien (s) herausschlüpfen.

Seinen Namen verdankt der Blasentang blasenartigen Höhlungen in der Zellenmasse der Lappen des Wedels, welche durch eine Trennung der Zellenschichten entstehen und äußerlich durch ziemlich große Auftreibungen bemerkbar sind. Irgend ein, noch nicht näher untersuchter, luftförmiger Stoff wird durch die Zellen ausgesondert und sammelt sich, da die Dichtigkeit des Gewebes ihm nicht verstattet, durch die Rindenschicht zu entweichen, innerhalb der Markschicht und treibt diese, eine Höhlung bildend, auseinander.

Die Organisation aller Tange ist im Wesentlichen derjenigen des Blasentanges gleich. Die Form des Wedels (Fig. 38) wechselt außerordentlich ab — bald ist dieselbe peitschen- oder schnurförmig, bald riemenförmig, bald plattenförmig mit vielen langen lappenartigen Zertheilungen, bald wieder steht auf einem langen seilförmigen Stiele ein Büschel breiter riemenartiger Lappen, oder ein birnförmiger Kolben mit einer Krone klafterlanger Wedel. Bald hangt das ganze Gewächs mit einer wurzelähnlichen Ausbreitung oder mit fadenähnlichen Klammern am Boden fest, bald ist keine solche Anheftung vorhanden. Bald findet sich eine Mittelrippe, bald fehlt solche. Die Sporangien sind bald tief in die Markschicht eingezwängt, bald treten sie ganz aus der Rindenschicht hervor und erscheinen dadurch mitunter wie gestielt; bald sind sie einzeln im Gewebe verstreut, bald gruppenförmig vereinigt. Einige Tangarten erreichen nur die Größe weniger Zolle, während andere eine Länge von 500 bis 1500 Fußen erreichen. —

Das W a ch s t h u m der Tange geht stets von den am E n d e d e s W e d e l s

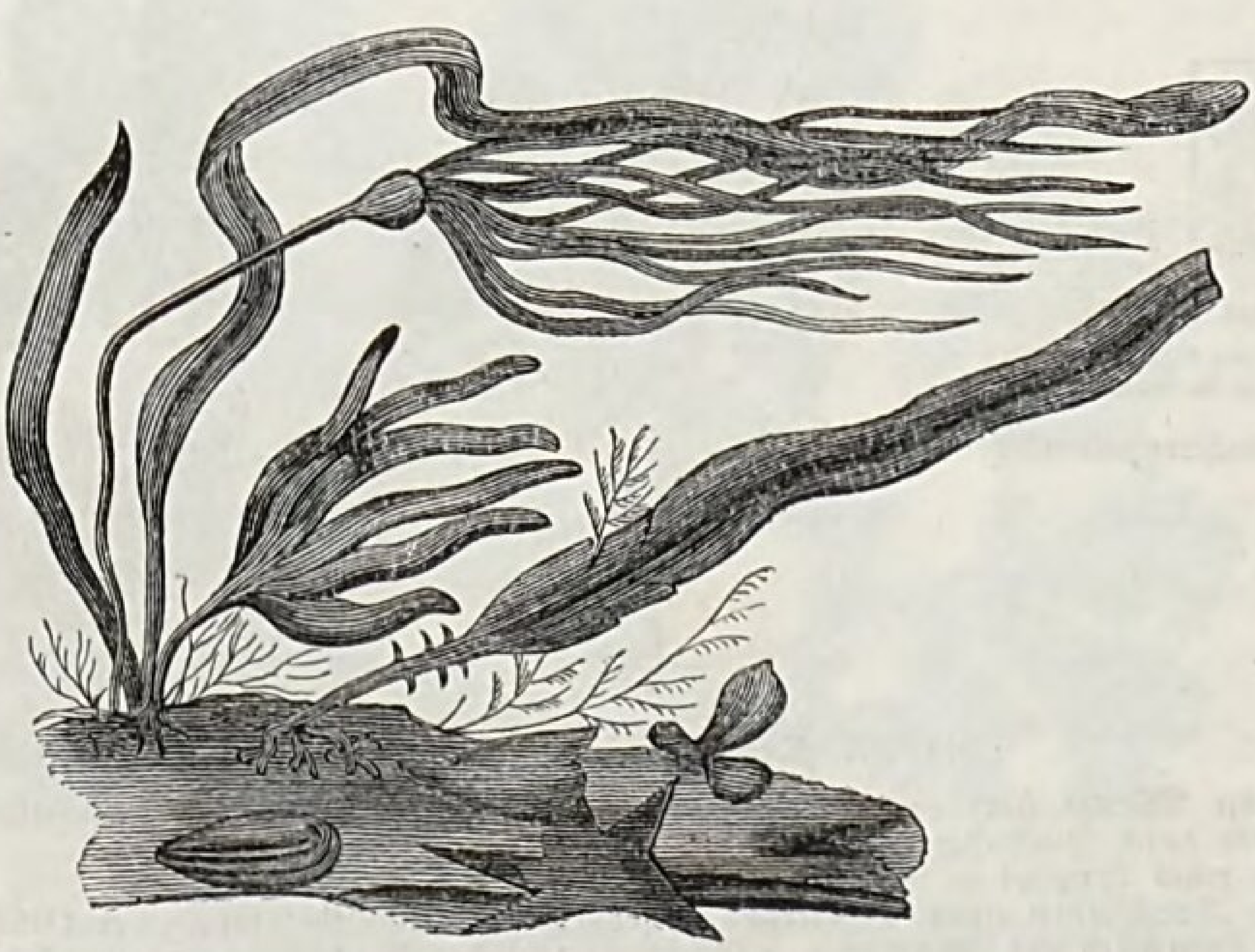


Fig. 38. Verschiedene Tange, auf dem Meeresgrunde wachsend.

befindlichen Zellen aus, welche meistens sehr klein und farblos zu sein pflegen. Der Fuß oder Stiel der Pflanze besteht dagegen aus Zellen, welche sich weder vermehren, noch auch irgend weitere Lebensverrichtungen wahrnehmen lassen, insbesondere auch keiner Aufsaugung von Nahrungsstoffen mehr fähig, sondern meistens mit stark verdickten Wandungen versehen sind. Andere, jüngere, aber auch nicht mehr in der Vermehrung begriffene Zellen verrichten vorzugsweise die Aufsaugung, wozu sie durch die Beschaffenheit, welche der Zelleninhalt in ihnen bereits erlangt hat, ohne Zweifel befähigter sind, als die jüngeren Zellen, welchen die Nahrungsstoffe von Zelle zu Zelle vermittelst der Endosmose und Exosmose zugefördert werden. Einige Tange besitzen fadenartige Anhängsel, meistens in der Nähe des Fußes oder auch an den Lappen des Wedels, welche als wahre Wurzeln zu betrachten sind, indem sie aus Zellen bestehen, welche durch besondere Beschaffenheit zur Aufsaugung vorzugsweise geeignet sind. Obgleich die allermeisten Tange ihre ganze Nahrung nur aus dem Wasser aufnehmen, so scheint es doch, als ob einige Gattungen wenigstens theilweise vermittelst solcher Wurzelfäden ihre Nahrung aus dem Erdboden des Meeresgrundes, in welchem sie festhaften, zu suchen gezwungen seien.

Großes Interesse bieten die Substanzen dar, aus welchen die Tange bestehen. Die Zellhaut derselben ist stets sehr dick und aufgequollen und besteht nicht aus der gewöhnlichen Cellulose, sondern einer eigenthümlichen Modifikation derselben, dem sogenannten Gelin oder der Pflanzengallerte, welche sich von der Cellulose, mit welcher sie eine völlig isomere Mischung besitzt, dadurch unterscheidet, daß sie mit Wasser, auch nachdem sie zu einer hornartigen Festigkeit zusammengetrocknet war, wieder zu einer zitternden Gallerte aufquillt. Vom Stärkemehl unterscheidet sie sich dadurch, daß sie von Jod nicht blau gefärbt wird; übrigens kann sie, wie jenes, als Nahrungsmittel für Menschen und für das Vieh, besonders Schafe und Rinder, benutzt werden, weßhalb man an Meeresküsten die Tange großentheils zu verzehren pflegt. Wegen der milden Beschaffenheit, welche die ganze Pflanze gekocht annimmt, dienen sie hie und da als diätetische Mittel. Innerhalb der Zellen sind wirkliche Stärkekörnchen vorhanden. Aber noch eine andere Substanz derselben isomeren Gruppe bildet sich in den Tangen, nämlich Krümelzucker. Der mitunter mehrere Klafter lange, handbreite und in frischem Zustande wohl 1 Linie dicke Riementang, welcher an unsern Küsten der Nordsee, besonders auf den Inseln, in ungeheuren Massen von den Wellen auf den Strand geworfen wird, bedeckt sich trocknend mit einem weißlichen Pulver, sogenanntem Mannazucker, welcher dieser Pflanze, wegen ihres besondern Reichthums an dieser Substanz, den Namen Zuckertang zugezogen hat. — Man würde sehr irren, wenn man glauben wollte, daß die Tange, diese im Meerwasser, welches so reich an verschiedenen mineralischen Salzen ist, wachsenden und ganz von Wasser durchdrungenen, ja ihrem größten Gewichtstheile nach aus solchem bestehenden Pflanzen, jene nämlichen mineralischen Salze und in demselben Verhältnisse enthielten, wie das Meerwasser. Jede Pflanzenzelle hat die, bislang für uns noch unerklärbare, Eigenschaft, von allen sie umgebenden Stoffen nur gewisse, bestimmte, ihr zusagende aufzunehmen und, wo solche in Mischungen sich befinden, welche der Zelle nicht entsprechen, diese Mischungen aufzulösen und neue, abweichende Mischungen zu veranlassen, die überflüssigen Stoffe aber wieder auszuscheiden. Dürfen wir gleich vermuthen, daß

alle diese Vorgänge nur auf ganz bestimmten chemischen Wirkungen beruhen, so sind wir doch bislang um so weniger im Stande, diese und ihre ganze Reihenfolge und Wechselwirkung zu entziffern, als die Substanzen, welche die wesentlichen Bestandtheile der Pflanzenzellen bilden, ihrer Hauptmasse nach immer aus den wenigen dreien oder vieren, zum Theil gar nur aus zweien, Elementarstoffen bestehen und obendrein noch großentheils so räthselhafte Isomerieen sind, und die Verbindung, in welcher die übrigen, aus dem Mineralreiche entnommenen, Elementarstoffe, welche bald nur spurenweise, bald in auffallender Menge als Aschenbestandtheile in den Pflanzen angetroffen werden, theils unter sich, theils mit den übrigen Substanzen sich befinden mögen, noch keineswegs genügend bestimmt werden kann. Das Seewasser enthält in 1000 Theilen 24 bis 26 Theile Chlornatrium (Kochsalz), 2 bis 5 Theile Chlormagnesium, 1 bis 2 Theile Chlorkalium, 1 bis 2 Theile schwefelsauren Kalk (Gyps), und außerdem mehr oder minder wahrnembare Spuren von schwefelsaurem Natron (Glaubersalz), kohlensaurer Kalk- und Talkerde, kohlensaurem Eisen- und Manganoxydul, phosphorsaurem Kalke und von Jod- und Bromkalium, und Jod- und Bromnatrium nebst Ammoniak und Kohlensäure, sowie vielen verfaulenden organischen Substanzen. In hundert Pfunden getrockneter Tange findet man 15 bis 20 Pfunde Aschenbestandtheile, und in hundert Theilen von diesen 20 bis 25 Theile Kali und Natron, welche beiden Stoffe in einem gegenseitigen Verhältnisse stehen, 14 bis 24 Theile Kalkerde und Talkerde, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Theil Eisenoxydul, 2 bis 4 Theile Phosphorsäure, 12 bis 24 Theile Schwefelsäure, 16 bis 18 Theile Chlornatrium, 1 bis 4 Theile Jod- und Bromnatrium und Bromkalium, und stets eine deutliche $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Theile betragende Menge von Kieselerde, welche im Meerwasser in so geringer Spur vorhanden ist, daß ihre chemische Nachweisung nicht gelingt. Die Asche der Tange besteht, da beim Verbrennen sich viel Kohlensäure bildet, fast ganz aus kohlensaurem Kali und Natron, der sogenannten Pottasche oder Soda, welche letztere wirklich durch einen einfachen Reinigungsprozeß aus der rohen Tangasche, dem Kelp, bereitet wird — ein Verfahren, welches früher einen reichen Gewinn für manche Küstenlandschaften abwarf, während es jetzt durch andere Gewinnungsweisen der Soda bei Seite gedrängt wird. Besonders wichtig aber ist die Tangasche durch die verhältnißmäßig reichliche Menge von Jod und Brom, welches dieselbe enthält. Das Jod und Brom, an Natrium gebunden, als Jodnatrium und Bromnatrium, ist neben dem Chlornatrium, unserem gemeinen Kochsalze, in geringer Beimischung in den Soolquellen und ebenso im Meerwasser aufgelöst enthalten. Die Tange sammeln gerade diese Stoffe in sich vorzugsweise auf und geben dadurch zur zweckmäßigsten und massenhaftesten Gewinnung derselben Gelegenheit, welche für uns von um so größerer Wichtigkeit ist, als nicht nur besonders das Jod ein für die Chemie unentbehrliches und auch in der Botanik als Erkennungsmittel der Stärke häufig angewandtes Reagens und ein ausgezeichnet wohlthätiges Arzneimittel darbietet, sondern auch beide, zumal das Brom, in neuerer Zeit in der Technik, unter Anderem bei der Anfertigung der Daguerrotypen oder Lichtbilder wichtige und unersetzliche Anwendung gefunden haben. So ist die Tangasche, in welcher das Jod zuerst entdeckt worden und aus welcher es noch jetzt fast ausschließlich gewonnen wird, ein wichtiges Produkt. Manche Gegenden, wo das Meer ganze Berge

von Tangen auswirft und diese als einziges Brennmaterial der Küstenbewohner benutzt werden, liefern ungeheure Mengen desselben.

Von Tangen wimmelt das ganze Meer in einem breiten Saume um alle Inseln und Festländer, und mitten im offenen Oceane schwimmen ungeheure Wiesen freiwachsender Tange. Fährt man bei stiller See über solche Gegenden, wo das Auge durch die klare Fluth den Grund zu erreichen vermag, so erblickt man bezaubert alle Schönheiten eines Gartens. Ueppig mit tausend mannigfaltigen Gestalten, theils dem Boden sich anschmiegend, theils mit krausen Laubbüscheln emporragend, theils lang heraufgestreckt und mit wallenden Wedeln der Bewegung des Wassers folgend, stehen die Tange in dunklerem und hellerem Grün, mitunter im prachtvollsten Gelb und Roth glänzend im Wiederscheine des Lichtes und schimmernd im Spiele der Wellen. — Zwischen den Azorischen Inseln und der Bank von Neufundland liegt die sogenannte Sargassosee oder Tangwiese — eine Meeresfläche von vielen tausend Quadratmeilen, welche so dicht mit dem schwimmenden Sargassum oder Beerentange bedeckt ist, daß die Schiffe in ihrem Laufe aufgehalten werden. Millionen von Seethieren der verschiedensten Klassen nähren sich von diesen Pflanzenmassen, welche mit großer Raschheit wachsen und wieder vergehen. Wenige Monate genügen zur völligen Ausbildung selbst der riesigsten unter diesen Gewächsen.

Während die einzelligen Algen und die Fadenalgen erst in einigen Gegenden der Erde näher untersucht worden sind, und die wirkliche Kenntniß derselben erst im Beginnen und bislang das Eigenthum weniger, ganz der Untersuchung derselben gewidmeter Gelehrter ist, und während dieselben daher bislang noch nicht mit genügender Deutlichkeit die Regeln verrathen konnten, nach welchen dieselben über die verschiedenen Gegenden, die Höhen und Tiefen der Erde verbreitet sind, haben die Tange, obgleich bislang auch nur zum kleinen Theil weiter als ihrer äußern Form nach bekannt, doch schon wenigstens einige Grundzüge der Anordnung erkennen lassen, welche die Natur ihnen angewiesen hat. In den kältesten Meeren, in der Nähe beider Pole, ist ihre Mannigfaltigkeit und Größe gering, in den mildern Gegenden entwickeln sie sich in größerer Fülle der Arten und des Wachsthumes, und die Nähe der heißen Zone erzeugt die gewaltigsten Formen, die wechselndste Verschiedenheit und die maßloseste Menge derselben, während unter der heißen Zone selbst bei Weitem verminderte Verhältnisse eintreten. Die tiefsten Tiefen des Oceans sind von Tangen, vielleicht überall von organischem Leben, leer und öde, aber an den Abhängen des Festlandes und auf den Untiefen, so weit das Sonnenlicht seine belebenden Strahlen zu senden vermag, sprossen sie, sich anklammernd, wie an der Oberfläche der Hochsee schwimmend, in reicher Ueppigkeit Alles begrünend, empor.

Kaum ist ein Zweifel, daß in den tiefsten Gründen der Meere gewaltige Anhäufungen verfaulender Tange im Laufe der Zeiten mehr und mehr sich ablagern. In Meeresbusen kennt man hie und da solche Massen von bedeutender Mächtigkeit. So müssen untermeerische Torfbildungen (Varektorfe) entstehen, zu welchen sich das festere Material zahlloser Bäume gesellt, welche von den Strömen aus dem Festlande fortgerissen und in das Meer geschwemmt, allmählig durch das eindringende Wasser und die beginnende Fäulniß schwerer werden und zu Grunde sinken. Vielleicht sind manche Torf-, Braunkohlen- und Steinkohlenlager, welche gegenwärtig zwischen Erd- und Steinschichten auf dem Festlande den Wohlstand der Menschen

begründen, auf diese Weise entstanden. Freilich waren die Tange wenig geeignet, wo sie massenweise verfaulten, irgend erkennbare Spuren ihrer Natur zu bewahren. Aber in geschichteten Gesteinen aller Perioden der Erde sind deutliche Abdrücke unzweifelhafter Tange, sogenannte Fucoiden, nicht selten, und einer Schichtenreihe der Kreideformation, welche in den Alpen und dem ganzen Süden Europas mit besonderer Beschaffenheit auftritt, hat die Häufigkeit derselben die Benennung des Fucoidenschiefers zugezogen.

IV. Klasse. Die Flechten.

Die Flechten (Fig. 39) sind Algen, welche außerhalb des Wassers, an Felsen, auf dem Erdboden oder an Bäumen wachsen; alle die hautartigen, lappigen oder krustenähnlichen Schörfe, welche fast überall an alten Mauern, an selten berührten Klippen, an alten Baumstämmen, bald dicht angeschmiegt, bald in Fasern oder laubartigen, grauen, gelben oder schmutzig graugrünen, oder schwärzlichen Lappen herabhangen und oft gleichsam Bärte an den Zweigen bilden, gehören zu dieser Klasse von Algen, welche man zum Unterschiede auch wohl Luftalgen zu nennen pflegt.



Fig. 39. Die Isländische Schildflechte oder Isländisches Moos (Cetraria Islandica).

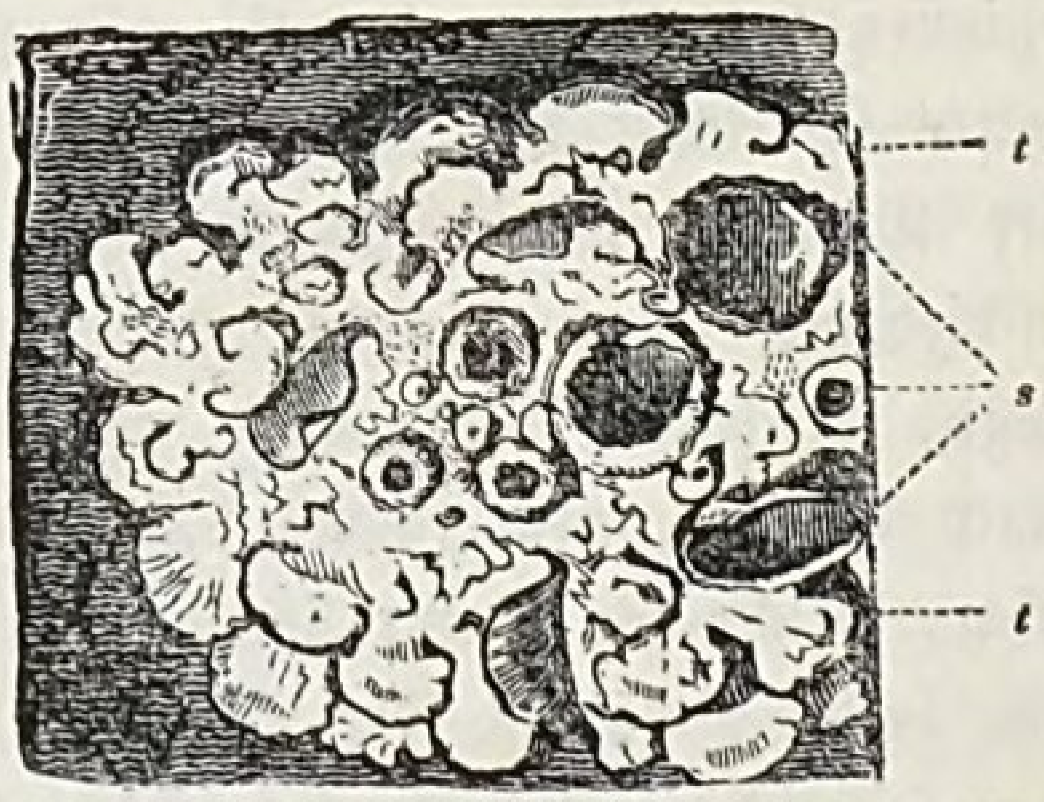


Fig. 40. Die gemeine Wandschüsselflechte (Parmelia parietina). *

* t Thallus oder Lager; s schüsselförmige Flechtenfrüchte (Apothecien) in verschiedenem Grade der Entwicklung.

Die durch ihre lebhaft goldgelbe Farbe sich auszeichnenden Wandflechten (Fig. 40), welche an Mauern, Dächern, Holzwänden, Pappel-, Obst- und manchen andern Bäumen so außerordentlich häufig anzutreffen sind, bestehen aus einer mehr oder weniger kreisrunden, am Rande vielfach unregelmäßig lappig zertheilten Haut, welche, dicht an ihre Unterlage angeschmiegt, nur am Rande sich etwas freier von derselben entfernt. Die Flechtenhaut, welche dem Wedel der Tange zu vergleichen ist und Flechtenlager oder Thallus genannt wird, besteht übrigens aus mehren, nicht ganz bestimmt von einander geschiedenen Zellenschichten, einer obern Rindenschicht, welche dicht gedrängte gelbfarbige, eiförmige Zellen enthält, einer darunter befindlichen, ebenfalls dichten und sehr ähnlichen Schicht, deren Zellen sich durch eine grüne Färbung auszeichnen und welche wegen ihres Zusammenhanges mit der Fortpflanzung der Flechte die Brutschicht (Fig. 41) genannt wird, und einer dritten unteren, welche aus fadenförmigen und lockeren Zellen besteht, in ihrem untersten Theile aber wieder der Brut- und Rindenschicht ähnlicher wird. Die untere

Brut- und Rindenschicht ist vermuthlich nur deßhalb undeutlich geblieben, weil das Flechtenlager nur auf der einen Seite dem Lichte und der Luft zugewandt ist. Aus der untersten Zellenschicht ragen an solchen Stellen, wo dieselbe nicht ganz dicht an die Unterlage angeschmiegt ist, fadenförmige Zellen, sogenannte Haftfasern, hervor, welche Wurzeln zwar ähnlich sehen, aber durchaus nicht die Aufsaugung der Nahrung bewirken. In trockenem Zustande erscheint die Flechte goldgelb durch die obere, so gefärbte, Rindenschicht; befeuchtet, und somit bei Regenzeit, dagegen wird sie grünlich, weil durch die Feuchtigkeit die obere Zellenschicht transparent (durchscheinend) wird, und daher die grüne Färbung der Brutschicht sichtbar werden kann. Die in der Trockniß vollkommen dürren und spröden Massen sind in der Feuchtigkeit mehr oder weniger schleimig schlüpfrig. Nur in diesem Zustande wächst das Lager; sobald Trockniß eintritt, steht ihr Wachsthum still. Die Flechten nehmen nämlich, obwohl sie, bis auf wenige, deren Aufenthalt im Wasser liegende Steine sind, außerhalb der Gewässer wachsen, gleichwohl nur vermittelst des Wassers ihre Nahrungsstoffe zu sich und setzen daher ihre Vegetation aus, sobald dieses Mittel ihnen mangelt, haben aber dabei die merkwürdige Fähigkeit, ihr Leben gleichsam ruhend fortzuerhalten und bei der geringsten Feuchtigkeit, welche sich ihnen darbietet, sogleich ihr Wachsthum fortzusetzen. Sie wachsen daher bei uns vorzugsweise in den nassen Monaten des Frühlings und des Herbstes. Ihr Wachsthum ist aber, da im Verhältniß zu der Größe, welche sie erreichen, die Nahrungsstoffe ihnen stets nur spärlich dargeboten werden, ganz im Gegensatze zu den Tangen, ein außerordentlich langsames, und ihre Lebensdauer außerordentlich. Man hat Beobachtungen, denen zufolge das Wachsthum mancher Flechten binnen einem halben Jahrhunderte nicht mehr als zwei Zolle betrug. Berechnungen zufolge müssen manche Flechten, wie man in Gebirgsgegenden sie antrifft, ein Alter von mehreren Jahrhunderten, ja vielleicht von Jahrtausenden, erreicht haben. Wie bei den meisten mehrzelligen Algen, besonders den Tangen, dienen, wenn auch nicht alle, so doch die meisten Zellen des Flechtengewebes, welche mit der umgebenden Flüssigkeit oder mit der atmosphärischen Feuchtigkeit in Berührung kommen, gleichmäßig zur Vermittlung der Aufsaugung, welche sodann von Zelle zu Zelle durch Endosmose und Exosmose sich weiter verbreitet und so das ganze Zellgewebe ernährt. Die den Rand des Lagers bildenden Zellen sind vorzugsweise in der Vermehrung begriffen, und von ihnen geht daher das Wachsthum aus. Keine Flechte nimmt ihre Nahrung aus ihrer Unterlage auf, weßhalb denn auch eine und dieselbe Flechtengattung bald auf Steinen, bald an Bäumen u. s. w. angetroffen wird. Es ist mehr eine zufällige Aufnahme von Stoffen der Unterlage, welche nicht selten stattfindet, wenn z. B. das Wasser, mit welchem die Flechte ihre Nahrung aufnimmt, mineralische Bestandtheile, wie Kalk u. s. w., aus dem Boden oder dem Felsen aufgelöst hat, und diese mit in die Flechte übergehen und sich durch Verdunstung des Wassers dann darin ablagern, so daß manche Flechten fast als steinige Kalkkrusten erscheinen.

Diejenigen Flechten, welche nicht mit dem ganzen Thallus, sondern nur, wie die Blasentange, mit einem Punkte oder einem geringen Theile desselben, an ihre Unterlage angewachsen sind, während die übrige Fläche, laub- oder wedelartig, frei beide Seiten der Luft darbietet, wie z. B. das sogenannte Isländische Moos (Fig. 41) — richtiger die Isländische Flechte zu nennen — besitzen sehr deut-

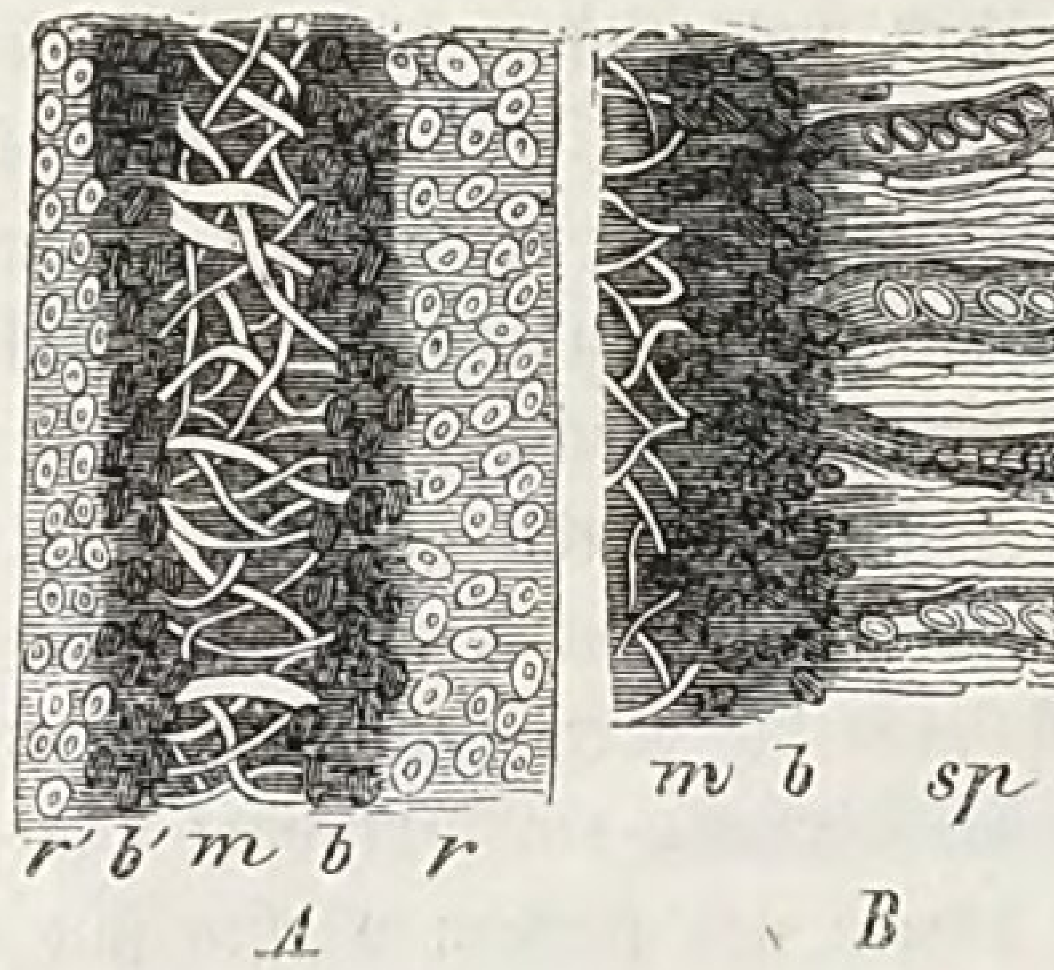


Fig. 41. Zellgewebe und Fruchtbildung der Isländischen Schildflechte. *

* A Vergrößerter Durchschnitt eines Lappens von dem Laube dieser Flechte; r r' Rindenschicht; b b' Brutschicht oder Keimschicht; m Markschicht.

B Vergrößerter Durchschnitt eines Stückes von einer Fruchtschüssel; m Markschicht; b Brutschicht; sp die Fruchtschicht, bestehend aus zahlreichen Paraphysen und dazwischen stehenden Sporangien oder Schlauchzellen, welche die Sporidien enthalten.

lich eine mittlere lockere, fadenzellige Markschicht und zu jeder Seite derselben mehr oder weniger gleichmäßig entwickelt eine Brut- und eine Rindenschicht. Dagegen bilden andere Flechten trockene, fast steinartig aussehende Krusten, welche ihrer Unterlage auf das innigste angeschmiegt sind und in welchen die Unterscheidung auch nur einer Rinden-, Brut- und Markschicht schwer, wo nicht unmöglich ist. Ja, einige Gattungen bilden nur ein staubartiges Zellenpulver, dessen Zusammengehörigkeit so wenig erkennbar ist, daß erst die Entstehung der Fortpflanzungsorgane die Gemeinsamkeit solcher Zellen andeutet. Bei fast allen Flechten bildet die Rindenschicht, sei sie nun farblos oder gefärbt, im trockenen Zustande eine undurchsichtige, oft graue, mehlartig bestäubt aussehende Decke über der immer lebhaft grünen Brutzellenschicht. Alle Flechten wechseln daher im Wasser ihre Farbe.

Fast jede Flechtenpflanze zeigt uns auf den ersten Blick die eigenthümlichen, zur Fortpflanzung dienenden Organe, welche mit denen der Tange große Aehnlichkeit haben, hier jedoch stets in Gruppen angesammelt sind, welche man Flechtenfrüchte oder Apothecien nennt. Das Zellgewebe wächst an verschiedenen Stellen, bald in der Mitte des angewachsenen Flechtenlagers, bald mehr gegen den Rand desselben, und bei den freihangenden oft nach beiden Seiten, warzenartig empor. Die Warzen brechen endlich auf und öffnen sich, indem die Rindenschicht zurückgedrängt wird zu einem tieferen oder flacheren Schüsselchen (Fig. 40, s), dessen Inneres von der zum Vorschein gekommenen Brutschicht ausgefüllt ist. Die Zellen der Brutschicht haben jedoch hier eine besondere Bildung angenommen (Fig. 42). Sehr zahlreiche, dicht gedrängte Zellen sind fadenartige und völlig leere Paraphysen. Zwischen denselben aber befinden sich einzelne Zellen, welche sich anfangs mit einem reichlichen Cytoblasteme erfüllen und sodann als Mutterzellen oder Sporangien, hier insbesondere wohl Schlauchzellen (asci) genannt, eine Anzahl von Sporidien in sich entstehen lassen, welche, meistens 6 bis 8 beisammen, anfangs zu zweien bis vieren, später durch

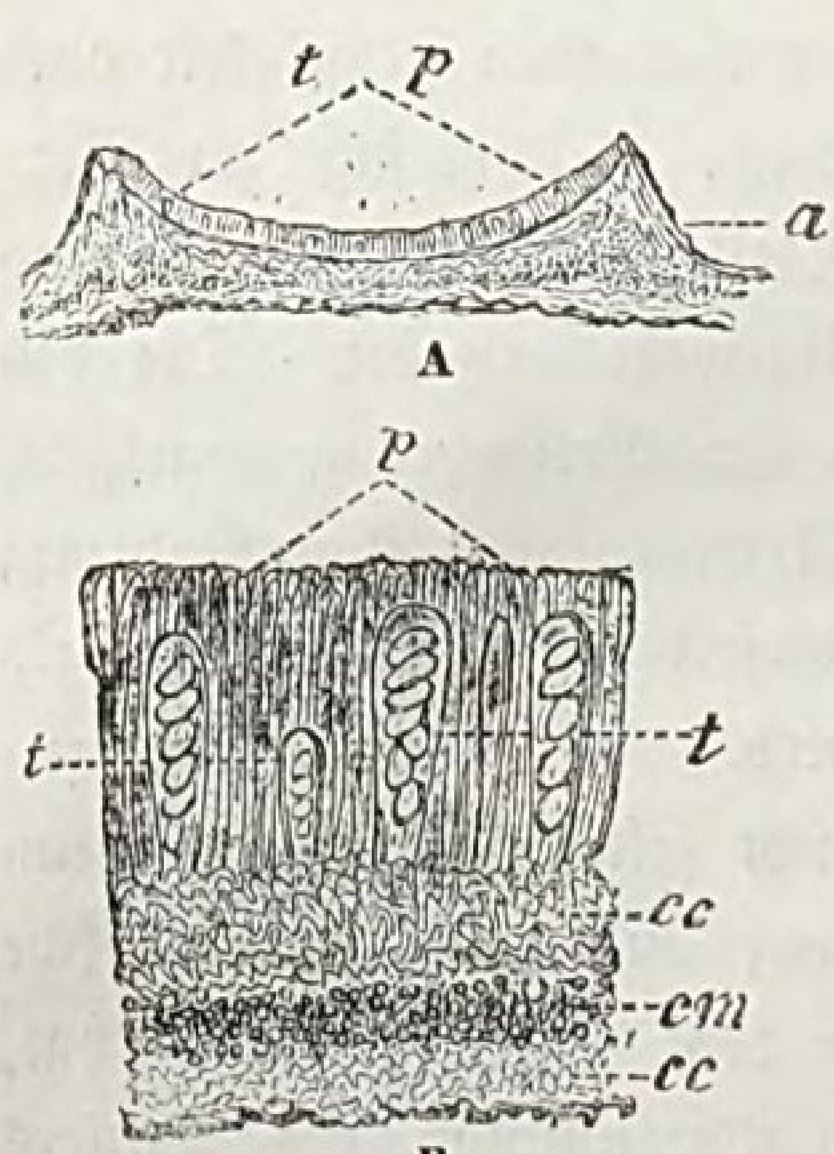


Fig. 42. Die Frucht der Wandschüsselflechte in einem senkrechten Durchschnitte dargestellt. *

* A Durchschnitt durch die ganze Frucht, vergrößert; a Rindenschicht; tp die Brutschicht in der Frucht.

B Ein Theil dieses Durchschnittes, stärker vergrößert; cm Markschicht; cc obere und untere Brutschicht; p Paraphysen; t Schlauchzellen.

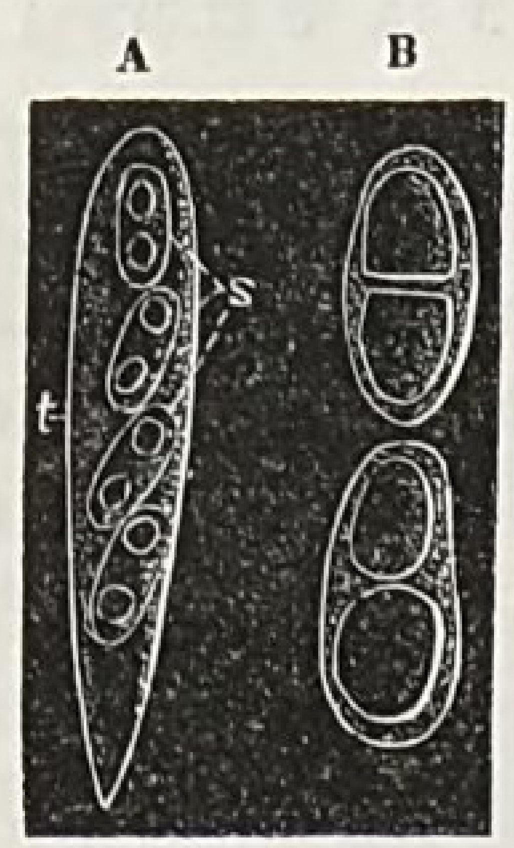


Fig. 43. Die Bildung der Sporidien. *

* A Eine einzelne Schlauchzelle (t) mit vier Tochterzellen (s), deren jede wiederum 2 Zellen enthält.

B Zwei solcher Tochterzellen mit den Enkelzellen, noch mehr vergrößert.

Theilung sich vermehrend, in ihnen sich ausbilden (Fig. 43), und später, nachdem sie durch Zerstörung der Mutterzelle Gelegenheit gefunden haben, sich zu zerstreuen, neuen Flechtenlagern die Entstehung geben. Diese Schüsselchen sind die Flechtenfrüchte oder Apothecien. Bei einigen Flechten öffnen sich dieselben nie völlig, sondern die Sporidien werden innerhalb derselben, wie in Kapseln erzeugt, und gelangen durch eine geringe Oeffnung nach außen. Die Brutschicht in den Flechtenschüsselchen nimmt am Tageslichte entweder die Farbe der Rindenschicht oder eine andere, braune, rothe, gelbe u. s. w. Farbe an. Die Apothecien stehen manchmal auf dem Thallus in so großer Menge, daß man letzteren kaum wahrzunehmen vermag; mitunter ist auch der Thallus im Vergleich zu der erzeugten Frucht äußerst gering. So erscheinen die Flechtenfrüchte an Felsen und Baumrinden nicht selten als eine Schaar geschwürchenähnlicher Auswüchse. Die Schüsselchen sind oft ziemlich lang gestielt, wie bei den Becherflechten (Fig. 44), oder gar auf vielfach ästig zertheilten und innen durch die Eigenthümlichkeit der Entwicklung der Zellen hohl gewordenen Trägern, den sogenannten Podetien, emporgewachsen, wie bei der Rennthierflechte, deren geringes blättriges Lager leicht gänzlich übersehen wird, zumal da die Fruchtträger meistens, indem die Brutschicht gegen die Entwicklung der Rindenschicht ganz zurückbleibt, an der Mehrzahl der Verästelungen gänzlich unfruchtbar sind und in borstenförmige Spitzchen auslaufen, welche man für das wahre Lager anzusehen versucht sein könnte.

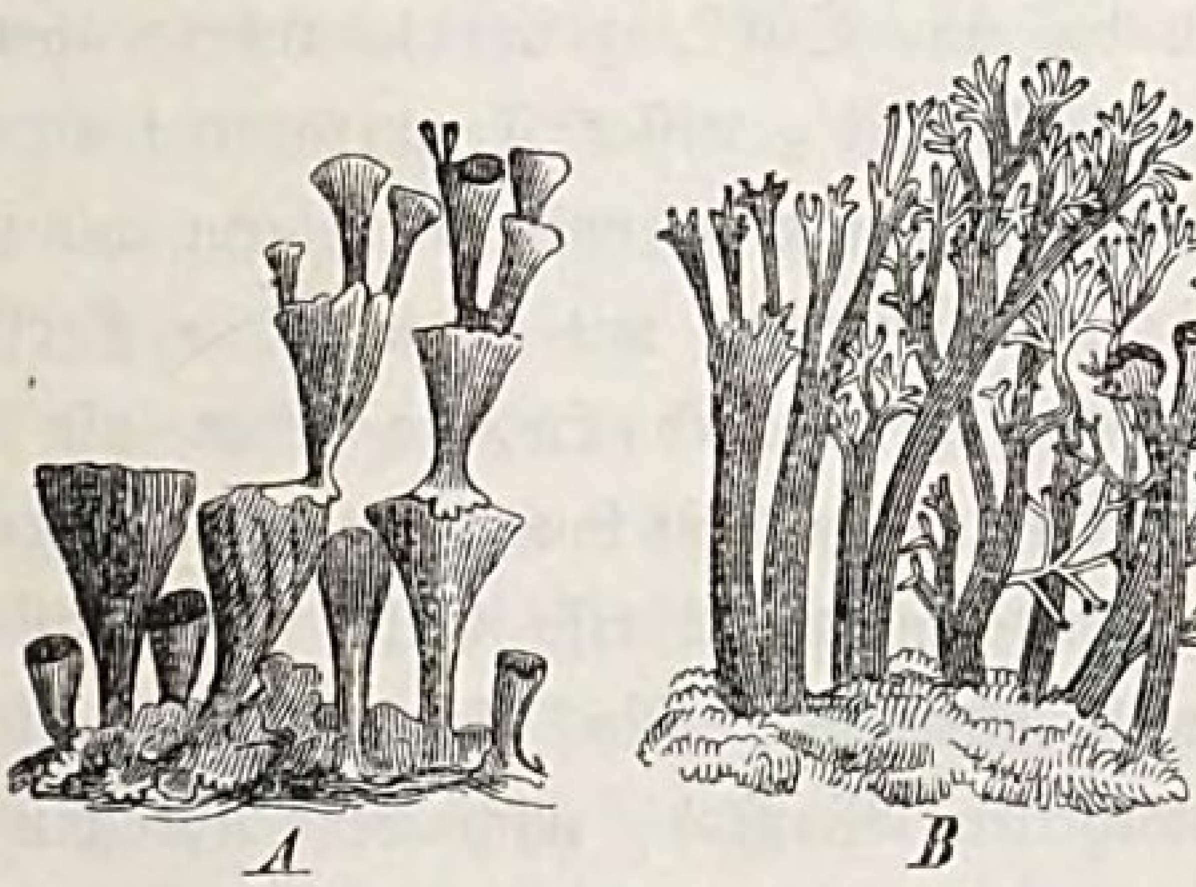


Fig. 44. Strunkflechten. *

* A Die Becherstrunkflechte (Cladonia pyxidata).
B Die Rennthierstrunkflechte (Cenomyce rangiferina), ein ganz kleiner Rasen von verschiedenartig entwickelten Podetien.

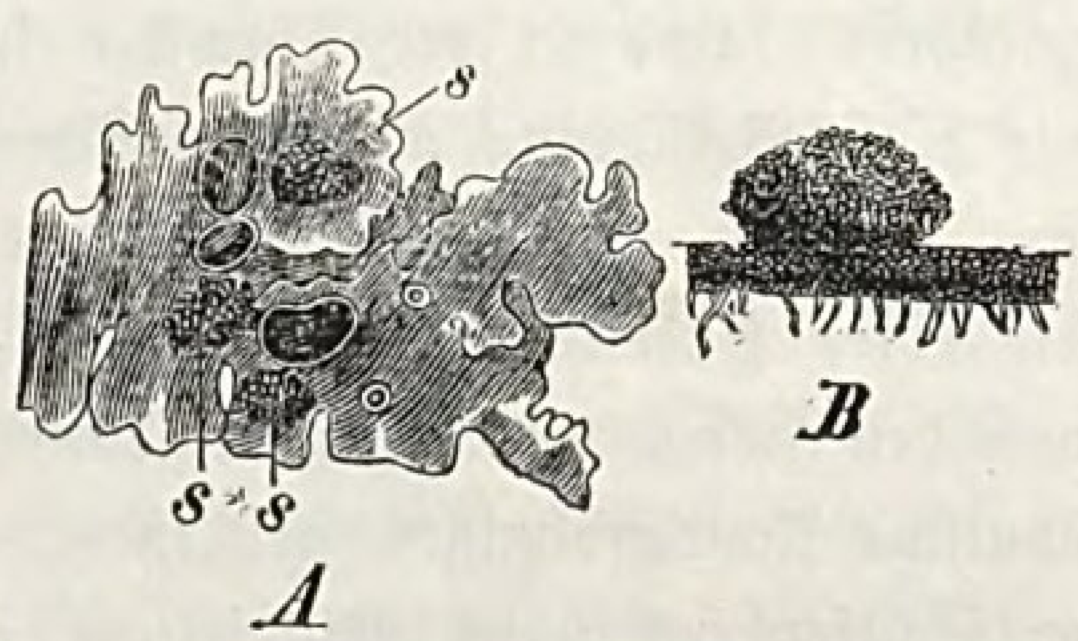


Fig. 45. Die Soredien der häufchentragenden Lungenflechte (Sticta glomerulifera). *

* A Ein Abschnitt des Lagers der Flechte mit Apothecien und Soredienhäufchen (s, s, s).
B Ein Durchschnitt durch ein Soredienhäufchen und das darunter befindliche Lager, dessen Schichten undeutlich zu unterscheiden sind, vergrößert.

Außer der Fortpflanzung der Flechten durch Sporidien bemerkt man nicht selten noch eine zweite Fortpflanzungsweise, welche uns zeigt, wie groß auch bei diesen Gewächsen noch die Selbstständigkeit und allseitige Verrichtungsfähigkeit der einzelnen Zellen ist. Es zeigen sich nämlich auf dem Thallus zwischen den Apothecien hie und da Fleckchen oder Häufchen, welche staubartig erscheinen, indem die Zellen sich hier von einander gelockert, und Zellen der Brutschicht zwischen den Rindenzellen hindurchbrechend sich von den übrigen Zellen gesondert haben (Fig. 45). Solche staubartig losgetrennte Zellen, Staubkeimzellen oder Soredien genannt, sind ebenfalls, wie die in den Apothecien erzeugten Sporidien, fähig, neues Flechtenlager zu entwickeln; allein solche, aus Soredien entstandene Flechtenlager sollen, wie man behauptet, unfruchtbar, d. h. zur Hervorbringung von Apothecien unfähig sein.

Bei dem Gewebe der Flechten liegen die Zellen im Allgemeinen viel näher

zusammengedrängt, als bei den Tangen, indem der Zwischenzellenstoff sich in einem weit weniger aufgequollenen Zustande befindet. Eine verhältnißmäßig viel größere Festigkeit des Zellgewebes ist davon die Folge.

Dem Stoffe nach haben die Flechten mit den Tangen nicht geringe Aehnlichkeit. Die Zellenmembranen, besonders der Rindenschicht, bestehen aus Lichenin oder Flechtenstärke, einer isomeren Modifikation der Cellulose, welche alle Eigenschaften der wahren Stärke besitzt und bei einigen Gattungen auch durch Jod prächtig blau, bei andern aber braun gefärbt wird, und sich nur dadurch von der Stärke unterscheidet, daß sie nicht in Körnchen wie jene, sondern in der Form der Zellhäute erscheint. Das Lichenin ist eine Substanz, welche zwischen der Stärke und der Cellulose gleichsam in der Mitte steht. Ohne daß wir die Ursache zu ergründen vermöchten, weßhalb sich die Zellenwandungen bei den meisten Pflanzen aus Cellulose, bei den Tangen (und den Meermoosen) aus Gelin, bei den Flechten aus Lichenin bilden, ist es uns doch von Interesse, zu wissen, daß diese Substanzen sämmtlich isomer und aus den Elementarstoffen der Kohlensäure und des Wassers, welche somit durch jeden Regen der Pflanze dargeboten werden, gebildet sind. Bei den verschiedenen Lebenserscheinungen der Pflanzen werden wir viele Veränderungen der in denselben enthaltenen und sich bildenden Substanzen wahrnehmen und manche derselben, welche sich innerhalb der Grenzen isomerer Gruppen halten, werden uns leichter begreiflich werden, wenn wir wissen, daß es nur einer Umänderung in der Anordnung der Elementarstoffe bedarf, um die eine Substanz in die andere überzuführen. Und da der Chemiker im Stande ist, bei gewissen Temperaturen durch die bloße Berührung mit einer Säure (z. B. Schwefelsäure), oder mit einem andern nur erregend wirkenden und keineswegs in die Mischung mit eingehenden Stoffe die eine jener Substanzen in die andere zu verwandeln, so sehen wir in manchen Fällen den Weg gleichsam vorgezeichnet, auf welchem innerhalb der Pflanzen ähnliche Umwandlungen geschehen. — Das Lichenin quillt wie Gelin im Wasser auf, besonders unter Mitwirkung erhöhter Temperatur. Ein Gewichtstheil einer Flechte bildet mit dreiundzwanzig Gewichtstheilen Wassers, nach der Abkochung erkaltend, noch eine zitternde steife Gallerte. Bekanntlich wird die Isländische Flechte, sowie manche andere Gattung, als diätetisches und als Nahrungsmittel häufig angewandt, und sie genügt zu diesem Zwecke, da das Lichenin, nebst dem im Zellsafte aufgelösten Gummi, wie alle mit ihm isomeren Substanzen, hinreichen, um die Athmung zu erhalten, indem sie durch Aufnahme von Sauerstoff sich gerade in Kohlensäure und Wasser (welche ausgeathmet und ausgedünstet werden) verwandeln, * während eine geringe Menge von Proteinsubstanz, welche sich im Zellensafte befindet, zur Bildung der entsprechend zusammengesetzten (stickstoffhaltigen) Körpertheile verwandt wird.

* Cellulose, Stärke, Gelin, Lichenin, Zucker, Gummi, Dextrin } $C^6H^5O^5$ verwandelt sich durch Aufnahme von zwölf Verhältnißmengen Sauerstoff O^{12} in $C^6O^{12} = 6\,CO^2$ (sechs Verhältnißmengen Kohlensäure) und $H^5O^5 = 5\,HO$ (fünf Verhältnißmengen Wasser).

Im Zellensafte der Flechten sind mehrere andere Substanzen enthalten, theils solche, welche man Pflanzensäuren nennt und welche von den vorhin erwähnten stickstofffreien Substanzen sich dadurch unterscheiden, daß sie schon eine größere Verhältnißmenge von Sauerstoff enthalten, als dem vorhandenen Wasserstoffe zur Bildung von Wasser nöthig wäre, oder daß ihnen gar der Wasserstoff völlig fehlt, so daß sie nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehen. So findet sich bei den Flechten sehr allgemein die Oxalsäure oder Kleesäure = $C^2 O^3$, welche von der Kohlensäure sich dadurch unterscheidet, daß sie eine geringere Verhältnißmenge von Sauerstoff enthält. Da wir wissen, daß alle Pflanzen, welche sich aus der unorganischen Natur nähren, Kohlensäure aufnehmen und zerstören, so daß sie reinen Sauerstoff ausdünsten, so ist die Entstehung der Oxalsäure hieraus begreiflich. Die Oxalsäure verbindet sich stets mit einer einfachen Verhältnißmenge Wassers, $C^2 O^3$ mit $HO = C^2 HO^4$, in doppeltem Verhältnisse gesetzt $= C^4 H^2 O^8$. Es bedarf nur, daß aus dieser Verbindung, der wasserhaltigen Oxalsäure oder dem Oxalsäurehydrate, abermals eine vierfache Verhältnißmenge Sauerstoff (O^4) und eine einfache Verhältnißmenge Wassers (HO), zusammen HO^5, abgeschieden werde, damit sich die Flechtensäure $= C^4 HO^3$ bilde, welche ebenso, wie einige andere ähnliche Säuren, die Fumarsäure, die Roccellsäure u. s. w., in den Flechten vorzukommen pflegt. Abscheidungen, wie die so eben vorausgesetzten, geschehen aber keineswegs unmittelbar und selbstständig, sondern dieselben sind als Zersetzungen zu betrachten, welche durch chemische Wechselwirkungen vor sich gehen, indem es neben den Säuren in den Pflanzen nicht mangelt an solchen Substanzen, welche durch ihr Bestreben, bestimmte Verhältnißmengen gewisser Stoffe mit sich zu vereinigen, diese aus andern Verbindungen herausreißen.

Den Pflanzensäuren sind gleichsam entgegengesetzt diejenigen Substanzen, welche mit jenen in innigen Mischungen verbunden angetroffen werden, und welche sich durch eine den Proteinsubstanzen einigermaßen ähnliche, nämlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff bestehende, Mischung auszeichnen: die Substanzen, welche man Pfanzenalkaloide nennt, weil sie sich den Säuren gegenüber ähnlich verhalten, wie Kali und die demselben ähnlichen Elementarstoffe. Die Pflanzenalkaloide der Flechten sind noch nicht genügend bekannt. Häufig finden die Alkaloide in diesen und andern Pflanzen sich ersetzt durch wirkliche Alkalien, Kali, Natron, Kalkerde, Talkerde u. s. w.

Dagegen kennt man, obgleich auch noch unvollständig, verschiedene sogenannte Extraktivstoffe, welche übrigens keinen Stickstoff, sondern nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, letzteren aber in geringerer Verhältnißmenge, als daß derselbe dem vorhandenen Wasserstoffe zur Bildung von Wasser genügen würde. Zu diesen Stoffen gehört das sogenannte Flechtenbitter oder Cetrarin, von welchem der bittere Geschmack der Isländischen Flechte herrührt und welches sich durch Wasser ausziehen läßt; ferner das süßlich schmeckende Orcin und das geschmacklose Erythrin, von denen ersteres unter andern in mehreren Krustenflechten oder Lekanoren (Lecanora) und letzteres in der Orseilleflechte (Fig. 46) in ziemlicher Menge vorhanden ist. Diese beiden letzteren Substanzen haben die Eigenschaft, mit Ammoniak (NH^3) zu prachtvoll blau- oder rothfarbigen stickstoffhaltigen Mischungen zusammenzutreten, wenn solches ihnen unter Zutritt der

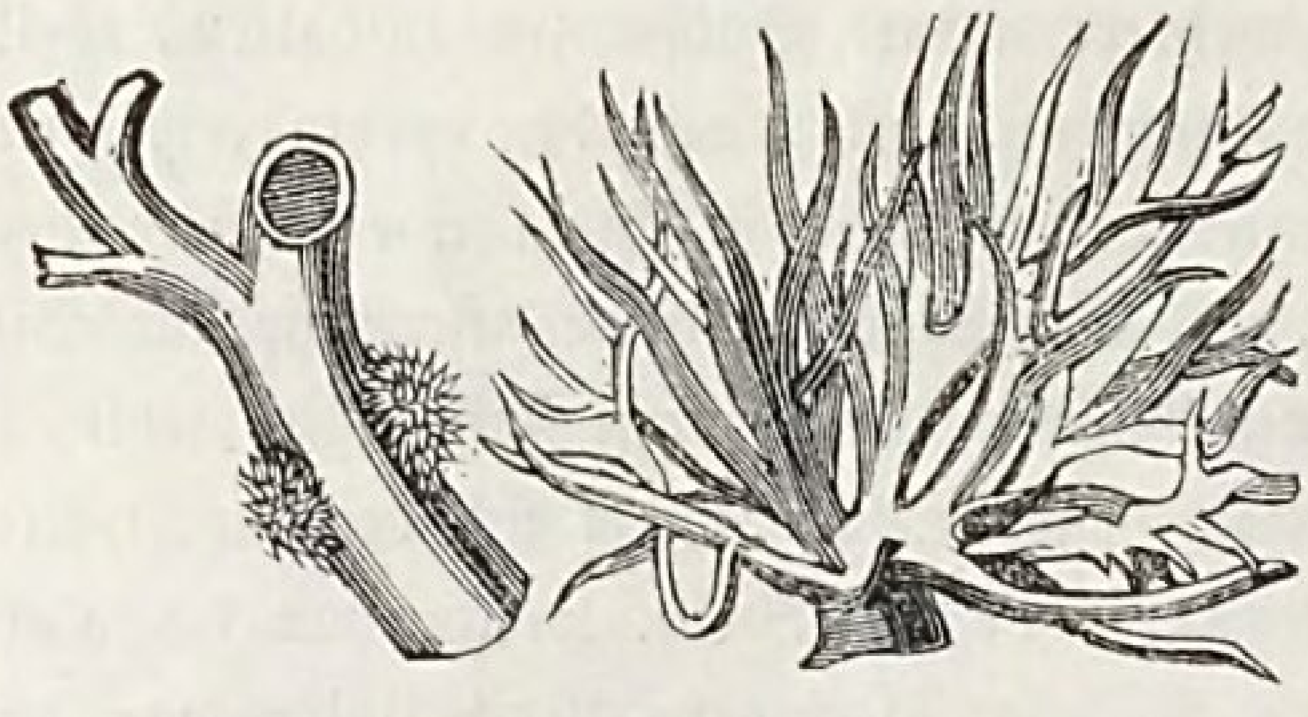


Fig. 46. Die Orseilleflechte (Roccella tinctoria).

Luft oder reinen Sauerstoffes dargeboten wird. Es bedarf daher nur, daß man Urin, welcher in der Fäulniß sehr reichliche Mengen von Ammoniak entwickelt, mit den zerriebenen Flechten vermengt, stehen lasse, um diese Farbstoffe zu erhalten. So gewinnt man die herrliche Orseille-, Persio- oder Lakmusfarbe, welche mit Pottasche, Kreide oder andern Massen vermengt und in Stückchen geformt in den Handel kommt, und welche, falls sie roth ist, durch Zusatz irgend eines alkalischen Stoffes sich in Blau, durch Zusatz einer Säure dagegen aus Blau in Roth umwandelt — Eigenschaften, welche das mit Lakmus gefärbte Papier (Reagenspapier) geeignet machen, die geringste, durch den Geschmack nicht mehr wahrnehmbare Menge von Säure oder Alkali in einer Flüssigkeit oder Luftart zu entdecken. Das Chlorophyll ($C^{15}H^{9}O^{8}N^{2}$), der stickstoffhaltige Farbstoff, von welchem meistens die grüne Farbe der Pflanzen, unter andern auch die der grünen Zellenschicht der Flechten, herrührt, und welches meistens Kügelchen von Wachs ($C^{10}H^{5}O$) oder andern stickstofffreien und sauerstoffarmen Substanzen umhüllt, scheint in einer ähnlichen Weise in den Pflanzen gebildet zu werden, wie die Lakmusfarbe, durch Hinzutritt von Ammoniak, indem Stärke zerlegt wird, und einerseits Wachs, andererseits Chlorophyll entsteht, zugleich aber Wasser und Sauerstoff abgeschieden werden muß — eine Vermuthung, welche um so näher liegt, als mitunter die mit dem grünen Farbstoffe umhüllten Kügelchen durch Jod blau gefärbt werden, also wirklich wenigstens theilweise noch Stärke sind, und welche um so begründeter erscheint, als die reichlichsten Mengen von Stärkemehl in den Zellen solcher Pflanzentheile sich vorfinden, in welchen kein Chlorophyll und Wachs sich vorfindet (Kartoffeln, Getreidekörner), und in den Pilzen, welche überall kein Stärkemehl enthalten, auch die Bildung von Chlorophyll nie vorkommt. Auch wissen wir, daß die Bienen (Seite 389) in ihrem Magen aus dem der Stärke isomeren Zucker des Honigs Wachs bereiten.

Die Flechten sind für den Menschen von großer Wichtigkeit. Nicht allein, daß viele derselben als Nahrungsmittel dienen können, wie die Isländische Flechte, die nicht nur in Island, sondern selbst in unsern Berggegenden eine häufige Aushülfe darbieten muß, und die, auch bei uns auf Haideboden und in Nadelwaldungen häufige, Rennthierflechte, die unter dem Schnee hervorgescharrte Nahrung der Rennthiere, welche allein manche nördliche Länder dem Menschen bewohnbar macht (Seite 153), sondern auch dem Luxus gewähren manche Flechten durch ihre Farbstoffe reiche Ausbeute. Unsere gelbe Wandflechte kann zum Gelbfärben dienen; vielleicht dürften nähere Versuche mit andern einheimischen Arten andere nützliche Ergebnisse bringen. Ganze Schiffsladungen von der weinsteinartigen Lecanore (Lecanora tartarea) bringt man aus Schweden in den Handel, und die Kanarischen Inseln liefern jährlich gegen 3000 Centner der Orseille. — Welch wichtigen Einfluß die Flechten auf die Urbarkeit und Begrünung unserer Erde ausgeübt haben mögen, läßt sich kaum mehr schätzen, obgleich man noch heu-

tigen Tages in den Gebirgen diese Pflanzen an nackten Gesteinen kleben, durch ihre Vegetation die Feuchtigkeit sammeln und dadurch die Verwitterung der Steinoberfläche befördern, die aufgelösten Erdstäubchen in sich ablagern und selber absterbend mit einem Vorrathe von Moder (Humus) düngen sieht, so daß zwischen ihnen bald Moose und Gräser einen tauglichen Boden finden, welcher durch diese Gewächse dann weiter der Urbarkeit für andere Gewächse entgegengeführt wird.

Die Verbreitung der Flechten ist außerordentlich. Man darf mit Recht behaupten, daß ohne diese Klasse von Pflanzen die ganze uns umgebende Natur ein verändertes Aussehen haben würde. Malt doch jeder Maler, ohne sich Rechenschaft darüber zu geben, den Stamm der hochlaubigen Buche weißlichgrau, während die Buchenrinde, wie junge Zweige dies zeigen, braun, und nur den zahllosen Flechten, welche den Stamm bedecken, die weißliche Farbe zuzuschreiben ist. Besonders in den kälteren Gegenden und auf den höheren Gebirgen sind die Flechten überall in besonderer Menge verbreitet, während sie, bei der Langsamkeit und Mattigkeit ihrer Vegetation in den Thälern und in den wärmeren Ländern durch vollkommenere Gewächse überholt, unterdrückt und verdrängt erscheinen.

Fossile Flechten sind bislang noch nicht mit Sicherheit entdeckt worden, ein Umstand, welcher sich leicht erklären läßt. Auch in der jetzigen Schöpfung ist diese Klasse noch sehr mangelhaft bekannt; man kann nur ungefähr vermuthen, daß einige tausend Arten derselben existiren mögen, von denen man in Deutschland etwa 500 kennt, deren Bestimmung, der zahlreichen Formenmannigfaltigkeit wegen, äußerst schwierig ist.

Uebersicht der Moose.

I. Klasse: **Meermoose.** Florideae.
Nebst den Armleuchtermoosen. Characeae.
II. Klasse: **Lebermoose.** Hepaticae.
III. Klasse: **Laubmoose.** Bryaceae.
IV. Klasse: **Zapfenmoose.** Lycopodiaceae.

I. Klasse: Die Meermoose oder Florideen.

Die Meermoose oder Florideen haben in ihrer Entwicklung aus einer Fortpflanzungszelle, ihrem Wachsthume, ihrer ganzen Organisation, theils mit den vollkommeneren Fadenalgen, theils mit den Tangen die größte Aehnlichkeit, ja für unsere Beobachtung keine wesentliche Verschiedenheit. Nur die Art und Weise, wie sie sich fortpflanzen, ist gänzlich abweichend und viel mehr in Uebereinstimmung mit den Moosen. In den meisten, und besonders in allen älteren, botanischen Werken findet man die Florideen unter den Algen und gar nicht, oder nur als besondere Ordnung, von den Tangen geschieden. Ja es ist auch jetzt die Grenze zwischen

beiden, jedenfalls so nahe verwandten Pflanzenklassen nicht genügend sicher, da noch nicht von allen Tangen die Fortpflanzung bekannt ist, und somit vielleicht noch manche bis jetzt zu ihnen gerechnete Pflanzen zu den Meermoosen gehören mögen. Manche Florideen sind einfache fadenartige oder verästelte Zellenreihen, verästelten Fadenalgen zu vergleichen (Fig. 47, A); andere sind blattartig und mannigfach zertheilt (Fig. 48 und 49); bei manchen bildet ein stielartiger Faden dichteren Zellgewebes einen biegsamen Hauptstock, von welchem hie und da Aeste entspringen, die in blattähnliche, oft vielfach zerschlitzte Lappen oder Wedel auslaufen. Die Stoffe, aus welchen diese Pflanzen bestehen, sind dieselben, welche wir bei den Tangen kennen gelernt haben, jedoch ist ihre Färbung meistens lebhaft roth, indem dieselben anstatt des Chlorophylls das nahverwandte Erythrin enthalten, welches an der Luft leicht in Grün übergeht und auch durch Alkalien so umgefärbt wird. Des Erythrins wegen wurden manche dieser Pflanzen von den alten Griechen und Römern als Schminke und Färbemittel angewandt, wie vorzugsweise der purpurfarbige Kammfaden (Plocamium coccineum, von den Alten φυκος, fucus benannt). Das Gelin der Zellenmembranen, das Jod des Zelleninhaltes wird bei dieser Klasse von Pflanzen ebenso benützt, wie bei den Tangen. Ja, manche Florideen haben ihres reichen Gelin- und Jodgehaltes wegen vorzugsweise arzneiliche Anwendung gefunden, wie z. B. das altberühmte Irländische Perlmoos oder Carraghen (Sphaerococcus crispus), welches in der ganzen Nordsee wächst, und dessen Gallerte, bei Brustbeschwerden häufig angewandt, auch mit dem Namen Carraghin belegt worden ist, und ferner das sogenannte Wurmmoos (Sphaerococcus helminthochorton) des Mittelmeeres, welches man auf den Apotheken meistens mit verschiedenen andern Florideen und Tangen vermengt findet und gegen Eingeweidewürmer anwendet. Auch ist es hauptsächlich ein Meermoos (Sphaerococcus cartilagineus), welches nebst verschiedenen Tangen den Salanganenschwalben (Seite 232) des südöstlichen Asiens den gallertartigen Stoff zu ihren eßbaren Vogelnestern liefert.

Wie die Flechten, besitzen die Florideen die Fähigkeit, sich durch Keimzellen oder Soredien zu vermehren, welche jedoch häufig fehlen. Dagegen beruht die regelmäßige und wichtigere Fortpflanzungsweise auf dem Vorhandensein von zwei verschiedenen Zellenbildungen, welche, wie die Geschlechter bei den Thieren, eine gemeinsame Zusammenwirkung bei derselben auszuüben scheinen. Es finden sich diese nicht auf derselben einzelnen Pflanze zusammen bei einander, sondern jede Pflanze ist stets nur von einerlei Geschlecht. Zwar hat man die Zusammenwirkung beiderlei Organe noch nie beobachten können, allein aus Beobachtungen, welche man bei vollkommeneren Pflanzen an ähnlichen Organen macht, läßt sich solche mit Wahrscheinlichkeit vermuthen, und die Häufigkeit, mit welcher Florideen von beiderlei Geschlecht neben einander im Meere vorkommen, spricht wenigstens sehr für die Möglichkeit einer solchen Zusammenwirkung.

Das purpurfarbige Fadenmoos (Fig. 47) besteht aus äußerst zarten strauchähnlichen Fadenbüscheln, mitunter fast einen Fuß lang. Am Meeresgrunde bilden meistens sehr zahlreiche solche Büschel beisammen, im Wasser leicht getragen und ästig ausgebreitet, für das bloße Auge einen schleimigflockigen, röthlichen Schlamm, welcher oft die Fluten völlig purpurfarbig erscheinen läßt. Aus dem

Wasser genommen, fällt die haltlose Masse ganz zusammen. Auf ein Papier geschöpft und mit Wasser auseinander gespült, zeigt sich das Pflänzchen als ein vielfach verästelter Faden, an dessen Gliedern man hie und da wie äußerst kleine Beeren als rothe Pünktchen kugelförmig verdickte, dafür dann aber kurzgebliebene Aestchen bemerkt. Unter dem Mikroskope ergibt sich, daß der verästelte Faden aus einer sich verästelnd theilenden Reihe einfacher Zellen besteht, welche schließlich in eine borstenförmige Spitze auslaufen, und daß die beerenartigen Kügelchen wirklich Aestchen sind, deren Zellen, anstatt sich zu verlängern, selber viele kugelige und äußerst kleine Zellen hervorgebracht haben, welch letztere mit ihren Schleimaussonderungen zusammengeflossen, als kugelige Knöpfchen erscheinen. Diese kleinen Knöpfchen (Fig. 47, D) sind den Häufchen von Soredien, welche wir bei den Flechten kennen lernten, zu vergleichen, und werden Keimzellenhäufchen genannt, indem die einzelnen Zellchen derselben zur Vermehrung der Pflanze dienen können. Anfangs sind dieselben farblos und von wenigem Schleime umhüllt, später, während sie sehr stark roth gefärbt werden, umhüllen sie sich mit einer reichlichen Aussonderungsschicht. — Die eigentlichen Sporidien des Pflänzchens entstehen in folgender Weise (Fig. 47, B). Eine Zelle eines Fadenastes bekommt eine Ausbauchung, gewöhnlich zwei bis drei solche unter einander, von denen die oberste zuerst sich zu einem kolbenförmigen Bläschen ausbildet; die unteren folgen ihr in der Entwicklung. Nachdem sich der anfangs farblose Inhalt dieses Bläschens rothgefärbt hat, bildet sich innerhalb desselben eine kleine Zelle, welche später zum Sporangium wird, mit deutlichem Kernpünktchen, welches letztere, während das werdende Sporangium das ganze Bläschen ausfüllt, sich auflöst, worauf dann vier Zellen, welche später Sporenmutterzellen werden, innerhalb der erstgebildeten Sporangienzelle sich entwickeln. Diese Mutterzellen liegen, paarweise sich kreuzend (tetraedrisch), so daß man stets nur drei derselben zu sehen vermag. In jeder Mutterzelle erscheint sodann eine Tochterzelle. Diese Tochterzellen, welche nach starker Verdickung ihres Inhaltes und dabei vorgehender Schleimaussonderung, die während dieses Vorganges sich auflösende Mutterzelle und das diese schlauchartig umhüllende, aber durch Scheidewandbildung

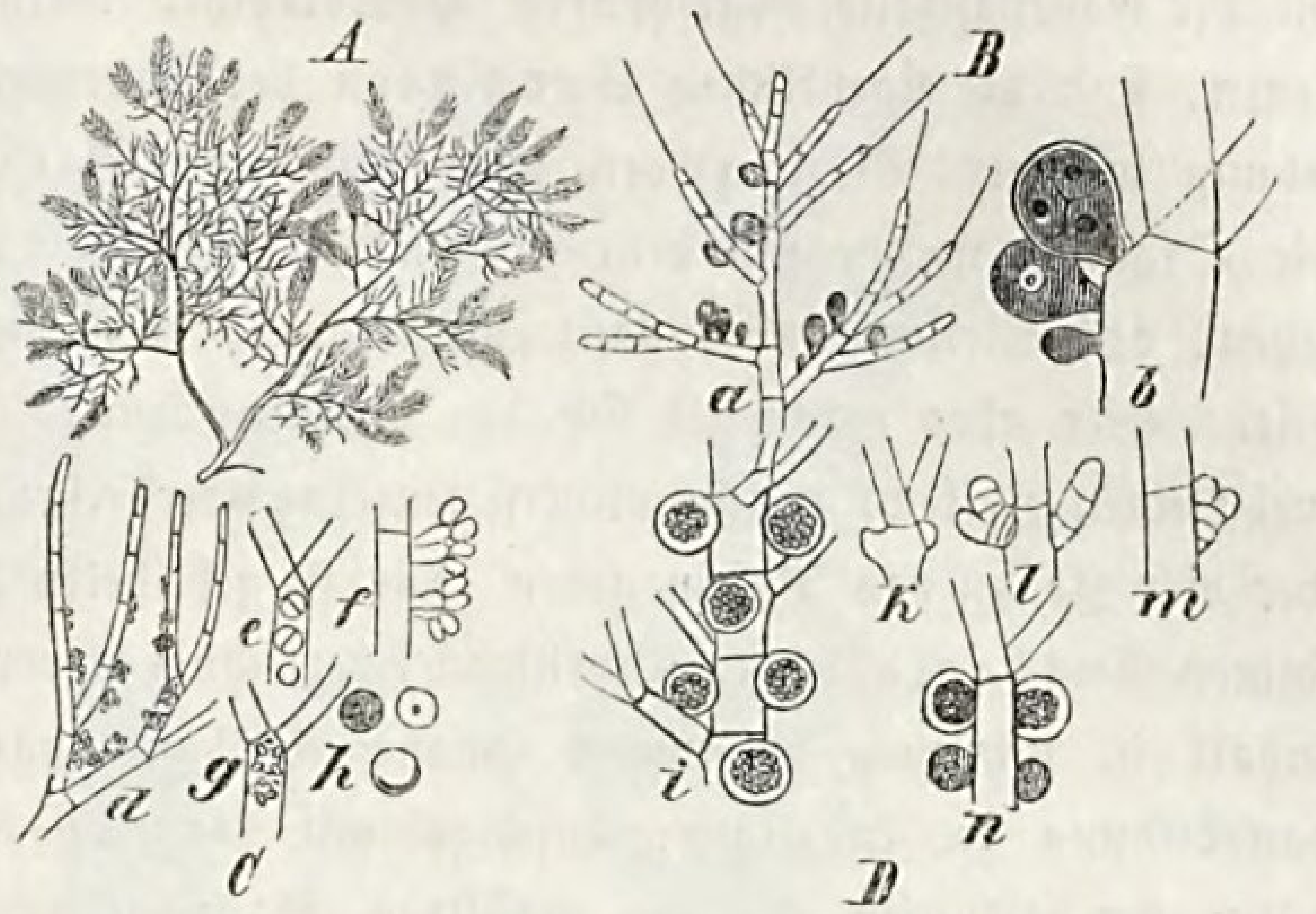


Fig. 47. Das purpurfarbige Fadenmoos (**Poocilo thamnion s. Callithamnion versicolor s. corymbosum**). *

* **A** Ein kleiner Abschnitt des fadenbüschelförmigen Laubes in natürlicher Größe.

B Die Sporidienbehälter und ihre Entwicklung; *a* ein verästelter Fadenbüschel, vergrößert, mit zahlreichen Sporangienschläuchen; *b* ein Theil eines Fadens, stärker vergrößert, mit drei solchen Schläuchen an einer Zelle; der untere ist nur noch eine Ausbauchung der Fadenzelle, in dem mittleren hat die Sporangienzelle sich gebildet; man bemerkt ein deutliches Kernchen darin; in dem oberen sieht man drei von den vier Sporenmutterzellen.

C Die Antheridien und ihre Entwicklung; *d* ein verästelter Fadenbüschel mit vielen Antheridien; *e* Beginn der Antheridienbildung; *f* und *g* ausgebildete Antheridien; *h* einige Spermazellen, die eine mit dunklerem Inhalte noch unreif, in den andern Spuren eines fadenförmigen Körperchens.

D Die Keimzellenhäufchen und ihre Entwicklung; *i* ein Ast, an dessen Zellen in kreuzweis abwechselnder Stellung Paare von Keimzellenhäufchen stehen, welche mit starker gemeinsamer Schleimhülle umgeben sind; *k* ein Ast, dessen Zelle auf der einen Seite einen einfachen Auswuchs zeigt, während ein ähnlicher auf der andern Seite sich schon durch eine Scheidewand abgeschlossen hat; *l* und *m* verschiedenartige Zellenvermehrung solcher Auswüchse, welche Keimzellenhäufchen bilden; *n* ein Ast mit Keimzellenhäufchen, von denen die unteren noch aus wenigen Zellen bestehen und keine Schleimhülle ausgesondert haben; die oberen erscheinen wie bei *i*.

von der Fadenastzelle abgesonderte Hautbläschen verlassen und nun zur Fortpflanzung dienen, sind die eigentlichen Sporidien des Fadenmooses. Man vergleicht ihre Entstehung mit der Bildung der Eier beim weiblichen Geschlechte der Thiere. — Die Organe, welche mit dem männlichen Geschlechte verglichen werden, entstehen, der Stellung nach ganz entsprechend, ebenfalls zu dreien an einer Fadenastzelle. Hier aber entwickelt sich der bläschenförmige Auswuchs der Fadenastzelle zu zwei kleinen Zellen, welche nicht selten eine oder beide, durch abermalige Theilung drei oder vier Zellen das Dasein geben. Die so gebildeten Zellen, deren Gruppen mit dem Namen Antheridien (antheridium) bezeichnet werden, sammeln einen starkgefärbten Inhalt in sich und bekommen sodann Ausbauchungen, welche sich durch Scheidewandbildung zu kugeligen, anfangs mit körnelig-schleimigem Inhalte versehenen, später aber farblosen Zellchen ausbilden. Es zeigt sich in ihnen ein an der Zellhaut anliegendes Pünktchen, von welchem ein gewundenes fadenförmiges Körperchen auszugehen scheint. Dieses hält man für eine spiralig zusammengerollte Fadenzelle, ähnlich denjenigen, welche man bei den übrigen Klassen der Moose und bei den Farren Samenfeuchtigkeits- oder Spermazellen zu nennen pflegt. Man vermuthet daher, daß der Inhalt dieser Spermazellen eine ähnliche Bedeutung habe, wie diejenige, welche man den Spermatozoen der Thiere zuschreibt. Man vermuthet ferner eine Einwirkung des Inhaltes dieser Zellen auf die Sporenmutterzellen, welche zu der Entwicklungsbefähigung der letzteren diene, und welche sich von dem bei der Conjugation stattfindenden Zusammenwirken des Inhaltes zweier Zellen (Zygnema) oder zweier Theile einer und derselben Zelle (Vaucheria) nur durch die hier augenscheinlich vorhandene Verschiedenartigkeit der sogenannten Samenfeuchtigkeit und des Inhaltes der Sporenmutterzellen unterscheiden würde.

Bei vielen Florideen ist die Auffindung der, immer sehr kleinen, Antheridien noch nicht gelungen. Die Sporenmutterzellen haben eine verschiedene Lage; bei den aus Zellenschichten bestehenden Gattungen, bei welchen sich eine innere lockere und aus fadenförmigen oder abgeplatteten, großen Zellen zusammengewobene Markschicht und eine äußere dichtere, kleine kuglige Zellen enthaltende Rindenschicht unterscheiden läßt, liegen sie oft ganz in dieser letzteren, wo man sie an jungen kurzen Aesten des Wedels antrifft (Fig. 48 h). Auch die Lage der Keimzellen ist sehr verschieden. Keineswegs bilden sie immer äußerlich entwickelte Häufchen, sondern nicht selten liegen sie innerhalb der Markschicht und geben sich äußerlich als linsenförmige Knötchen im Zellgewebe zu erkennen. Der purpurfarbige Kammfaden (Fig. 48) besteht aus zarten bandartig platten Fäden eines Zellgewebes, dessen Zellen ziemlich dicht gedrängt liegen und so angeordnet sind, daß die inneren auf dem Querschnitte sehr groß, die äußeren aber immer kleiner erscheinen. Dieses Zellgewebe ist vielfach, aber auf eine sehr regelvolle Weise zertheilt, indem immer an einem und demselben Rande Seitenäste entspringen, welche ihrerseits wieder an der, dem Hauptfaden zugewandten Seite sekundäre Seitenäste erzeugen, und die aus diesen hervorgehenden tertiären Aestchen sind wieder den sekundären zugewandt. Das ganze Gewebe liegt immer in einer und derselben Ebene. Die Spitzen der bezeichneten regelmäßigen Verästelungen enthalten einige Zellen, innerhalb deren sich Sporenmutterzellen (h) ausbilden, welche durch ihren dunkeln Inhalt sich auszeichnen. Die Antheridien sind noch nicht beobachtet worden. Die Keimzellenhäufchen (f)

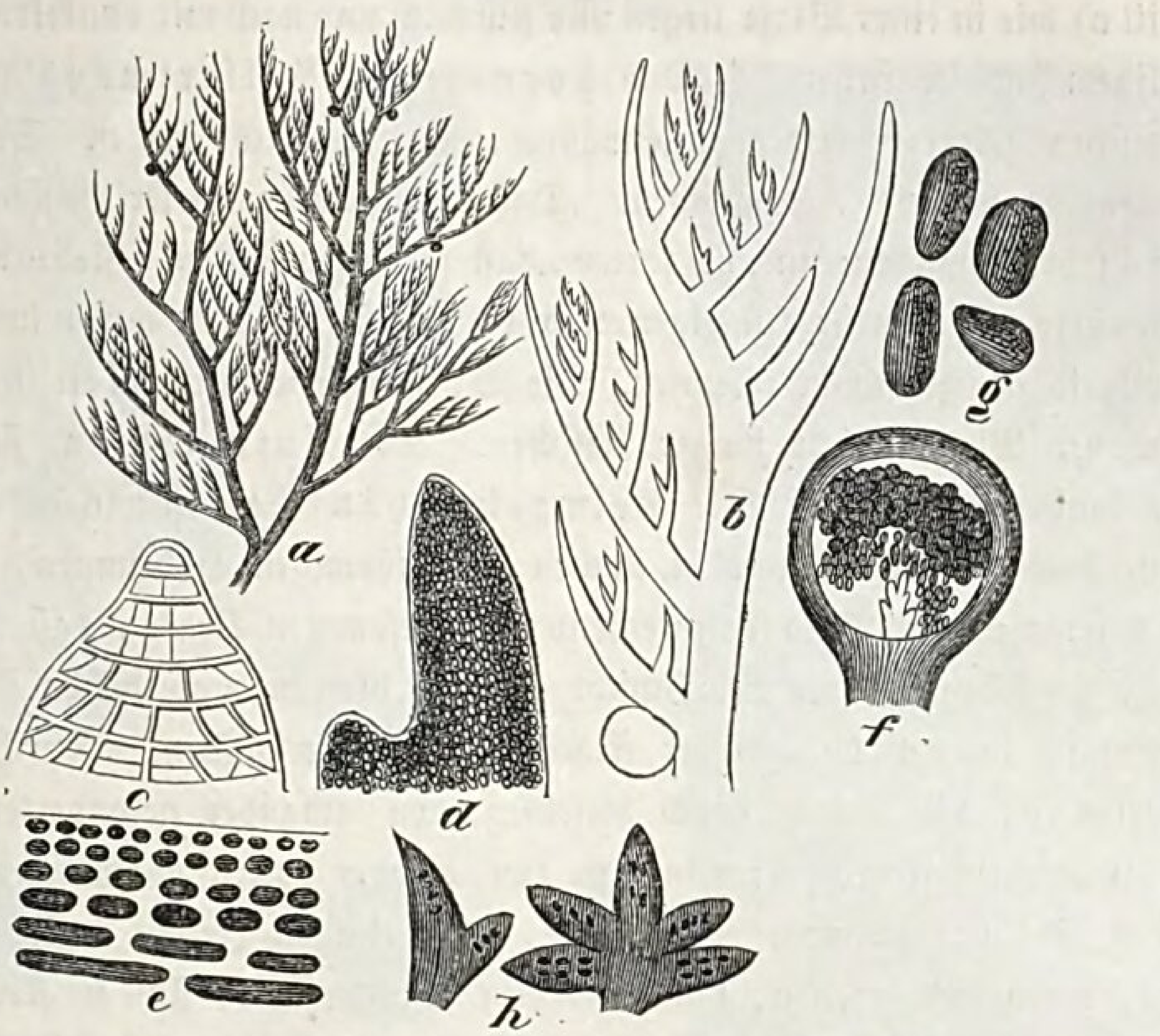


Fig. 48. Der rothe Kammfaden (**Plocamium coccineum**). *

* *a* Ein kleiner Büschel des vielfach verästelten, bandartig fadenförmigen Laubes, mit einzelnen Keimzellenhäufchen in nat. Größe; *b* ein ganz kleines Aestchen, schwach vergrößert, um die Regelmäßigkeit der eigenthümlichen Verästelung zu zeigen; *c* eine einzelne Astspitze mit der Endzelle, durch deren Theilung die Zellenvermehrung und das ganze Wachsthum vor sich geht; *d* ein größerer Theil einer Astspitze, 200fach vergrößert, um das Zellgewebe zu zeigen; *e* ein kleines Stück von einem Durchschnitte des Zellgewebes, stärker vergrößert; die kleinen Zellen bilden die Rindenschicht, die großen liegen in der Mitte; *f* ein Keimzellenhäufchen im Durchschnitte; man sieht in der Hülle die handförmig verästelte Grundzelle, viele Keimzellen mit dunklem Inhalte und kleinere, neugebildete, noch hellfarbige; *g* einige Keimzellen stärker vergrößert; *h* Astspitzen in welchem Sporenbehälter liegen.

entstehen als vereinzelte beerenförmige Auswüchse auf dem gewöhnlich nicht mit Seitenzweigen versehenen Rande der Aeste. Dieselben wachsen ursprünglich als kurze Aestchen hervor, in deren Mitte aber eine stark zunehmende Zelle als Mutterzelle eine große Menge (mehrere hunderte) von länglich eiförmigen Keimzellen erzeugt, die als ein kugeliges Häufchen innerhalb einer gemeinsamen Hülle von Zellgewebe (wovon der

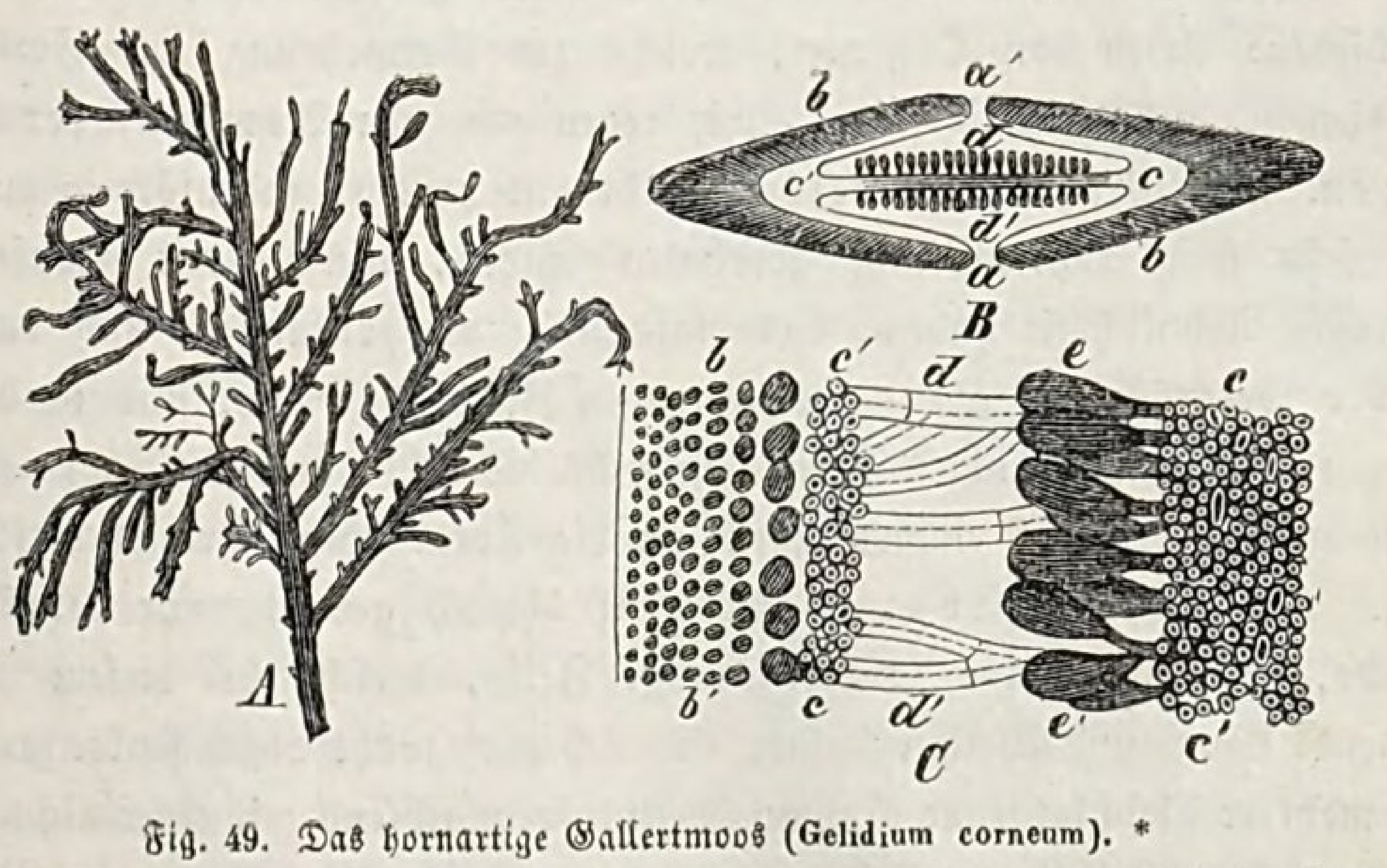


Fig. 49. Das hornartige Gallertmoos (**Gelidium corneum**). *

* **A** Ein kleiner Abschnitt des bandförmig büscheligen, ölgrünen Laubes in natürlicher Größe.
B Ein Durchschnitt durch ein Paar der Keimzellenbehälter, so gelegt, daß gerade die Mündungen der letzteren durchschnitten sind; vergrößert — *a a'* Mündung, *d d'* Keimzellenbehälter mit den Keimzellen; *b b'* Rindenschicht der Pflanze; *c c'* Markschicht der Pflanze, welche die Keimzellenbehälter bildet.
C Ein Durchschnitt durch einen Keimzellenbehälter, stärker vergrößert; *b b'* Rindenschicht, deren Zellen von außen nach innen an Größe zunehmen; *c c'* Markschicht, die Decke und den Boden des Keimzellenbehälters bildend; *d d'* einzelne fadenförmige Zellen der Markschicht; *e e'* Keimzellen.

Durchschnitt e) wie in einer Blase liegen und sich nach und nach mit dunkelrothem, schleimig körneligem Inhalte füllen. — Das hornartige Gallertmoos (Fig. 49) des Mittelländischen Meeres bildet regelmäßige, immer nach beiden Seiten zugleich Seitenzweige aussendende, Bändchen. Das Zellgewebe dieser Pflanze läßt eine innere, aus sehr langgezogenen und zarten, fast farblosen Zellen bestehende Markschicht und eine äußere, aus mehr kugeligen und rothfarbigen, nach außen immer kleineren Zellen gebildete Rindenschicht erkennen. Die Sporenmutterzellen liegen bei dieser Pflanze in der Rindenschicht junger Aestchen. Die Antheridien sind auch hier noch nicht beobachtet worden. Die Keimzellenhäufchen entwickeln sich in kurzen Aesten innerhalb der Markschicht in flachen linsenförmigen Höhlungen, welche paarweise, den Flächen des Astes entsprechend, so beisammen liegen, daß sie nur durch eine geringe Zwischenlage der Markschicht getrennt bleiben, und welche sich durch eine kleine Oeffnung in der Mitte ihrer Fläche nach außen öffnen. Durch diese Höhlungen verlaufen, die beiden durch dieselben von einander gesonderten Marklagen gleichsam zusammenhaltend, einzelne zu zweien oder dreien aneinandergelegte kurzfadenförmige Zellen, zwischen denen zarte, aus einigen Zellen bestehende Härchen entspringen, deren Gipfelzellen, stark eiförmig anschwellend, sich zu Keimzellen ausbilden. Die fossilen Florideen, deren manche, ziemlich unzweifelhaft als solche erkennbar, in den Schichten der verschiedensten Perioden, selbst in denen der Uebergangsformation, bekannt geworden sind, können natürlich nicht immer mit Sicherheit von den fossilen Fucoiden unterschieden werden. Doch ließe sich vermuthen, daß diese Klasse, welche die unvollkommene Organisation der Tange mit einer an höhere Klassen erinnernden Entwicklung der Fortpflanzungsorgane vereinigt, ähnlich den gemischten Naturen unter den Thieren, ein höheres Alter in der Schöpfung, als selbst die Tange besitzen.

* * *

Gewisse unscheinbare, nur einige Zolle, höchstens einige Fuße lange Pflänzchen unserer Flüsse und Teiche, welche man für Fadenalgen zu halten geneigt sein könnte, dürften an dieser Stelle einer besondern Erwähnung verdienen, indem sie durch zwei verschiedene Arten von Organen, welche zur Vermehrung und Fortpflanzung derselben dienen, ausgezeichnet sind — wir reden von den Armleuchterchen oder Characeen. Das Geschlecht Nitella besteht aus zarten, fadenförmig an einander gereihten, sehr lang röhrenförmig gedehnten Fäden, welche mit Confervenfäden die allergrößte Aehnlichkeit haben, aus einfachen, oft zolllangen und daher schon bei schwacher Vergrößerung gut zu beobachtenden Zellen bestehen, und in bestimmten Entfernungen einen quirlförmigen Kreis von sechs bis acht ähnlichen Fäden aussenden, so daß das ganze Gewächs einigermaßen an die Form eines Armleuchters erinnert (Fig. 50). Die größeren Charen sind ganz ähnlich gebaut, nur bedeckt sich die langgestreckte, spiralig kantige, röhrenförmige Zelle, welche bei diesem Geschlechte eine bedeutende Länge und Weite erlangt, und sich auch wohl durch senkrechte Scheidewände in mehrere gleichlaufende Röhren theilt, fortwachsend mit einer dichten rindenartigen Lage feiner Zellchen, von denen immer nur die Gipfelspitze der Röhrenzelle frei ist. Die Rindenzellen pflegen mit kohlensaurer Kalkerde ganz erfüllt und auch äußerlich durch solche inkrustirt zu sein. Die Zellen der Characeen bestehen aus einer Membran von Cellulose, und ihr Inhalt ist durch Chlorophyll grün gefärbt.

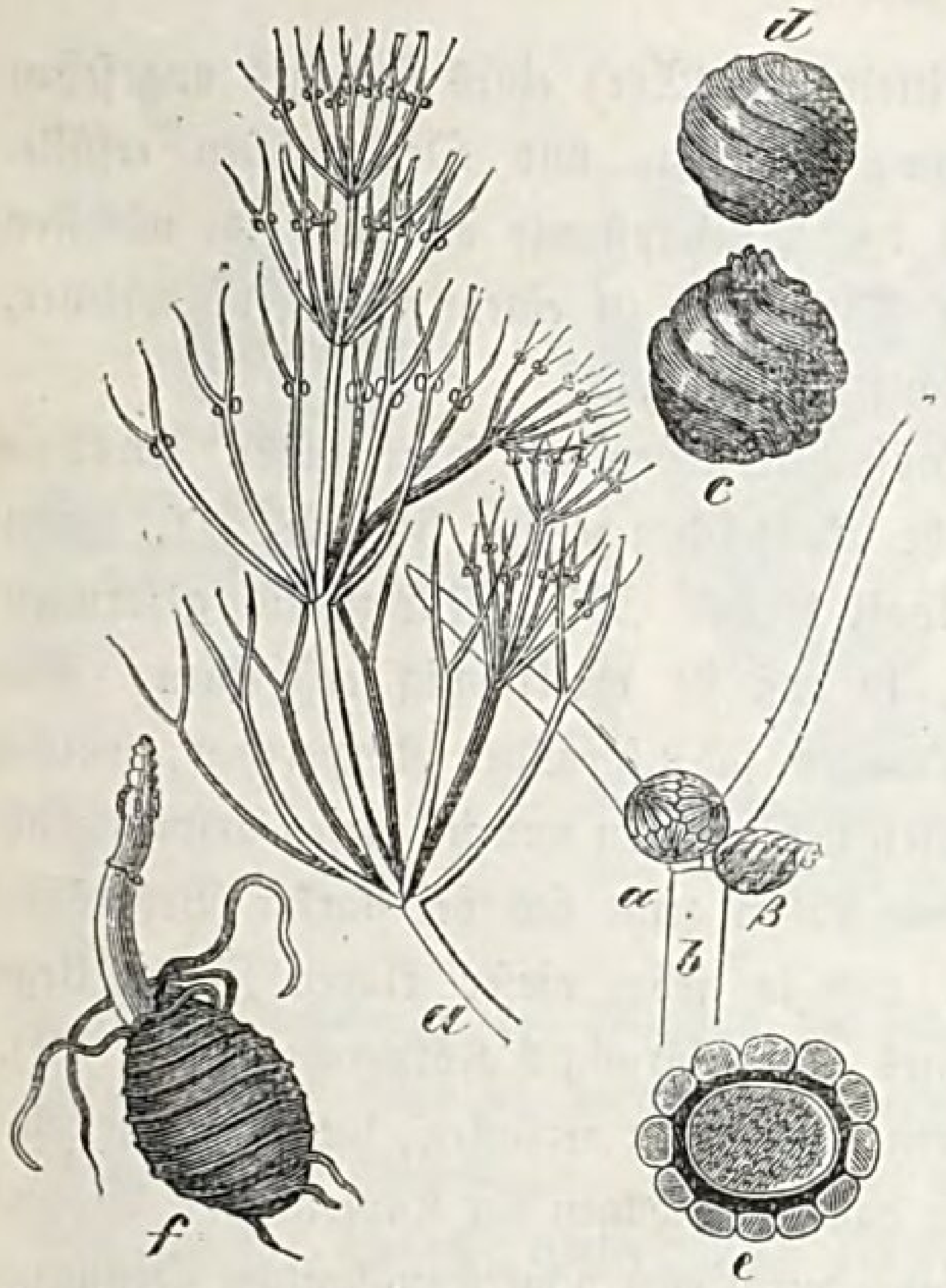


Fig. 50. Der kleine Armleuchter (Chara s. Nitella flexilis). *

* *a* Ein kleiner Zweig mit Nebenzweigen; die jüngern Astzellen sind fruchttragend; schwache Vergrößerung; — *b* eine Astzelle mit Gabeltheilung, welche bei α eine Antheridienkapsel, bei β eine Keimkapsel trägt; stärkere Vergrößerung; — *c* eine Keimkapsel, aus spiralig zusammengedrehten Zellen bestehend; noch stärkere Vergrößerung; — *d* die Keimzelle aus einer Keimkapsel, von den Hüllzellen befreit; *e* eine Keimkapsel durchschnitten; man sieht in der Mitte den Durchschnitt der Keimzelle mit schleimig körneligem Inhalte, ringsherum die Durchschnitte der Hüllzellen; *f* eine keimende Keimzelle, aus der Keimkapsel hervorwachsend, mit beginnenden Astzellen, von der borstigen Chare (Chara hispida).

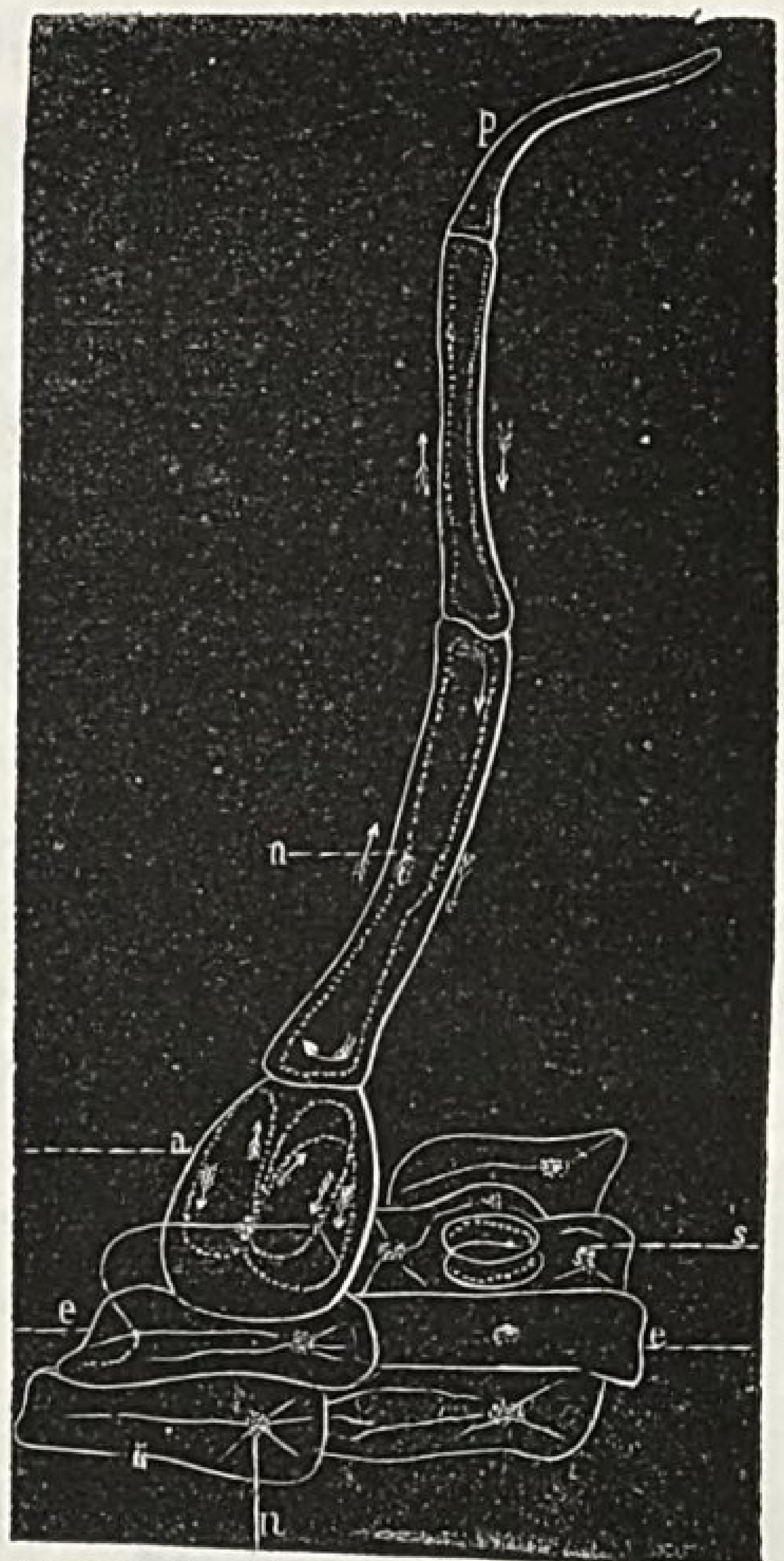


Fig. 51. Die Rotation des Zellsaftes in einem Haare der virginischen Tradeskantie (Tradescantia virginica) unter starker Vergrößerung. *

* *e e* Stücke der Oberhaut des Blüthenkelches der Tradescantie; *ss* sogenannte Stomate oder Spaltöffnungen in der Oberhaut; *n n* Kerne der Zellen, aus denen die Oberhaut und das Haar besteht; *a* Grundzelle des Haares mit mehreren sich kreuzenden, am Zellenkerne zusammentreffenden Strömungen; *p* Spitze des Haares.

Bei den durchsichtigen Nitellen, und auch bei den Charen, wenn man die Rindenschicht von denselben abgeschabt hat, beobachtet man deutlich eine Bewegung des Zellsaftes, welche innerhalb einer jeden Zelle, mit einer Schnelligkeit von etwa 2 Linien in der Minute, einen einerseits aufsteigenden, oben umwendenden, andererseits absteigenden und unten wieder in die erste Richtung zurückkehrenden Strom hervorruft. Man bezeichnet diese, übrigens wahrscheinlich in jeder Pflanzenzelle stattfindende und in vielen röhrenförmig gestreckten Zellen, besonders in solchen, welche die an Stengeln und Blättern häufig vorkommenden Haare (Fig. 51) bilden, ebenfalls beobachtete Erscheinung als „Rotation" des Zellsaftes.

Einige Charen besitzen an den Verästelungsstellen kleine längliche Läppchen von Zellgewebe, in Form von schmalen Blättchen oder Borsten, welche gewöhnlich auch mit dem Namen Deckblättchen bezeichnet werden, weil sie den hervorsprossenden Verästelungen anfangs gleichsam wie eine Decke anliegen.

In den Winkeln, welche die Verästelungen bilden, tragen die Characeen kleine eiförmige, orangefarbige Knöspchen. Dieselben (Fig. 50, b, β) scheinen kurze und eigenthümlich ausgebildete Zweige zu sein; jedes derselben besteht nämlich aus einer Anzahl kurzer Röhrenästchen, welche spiralförmig zusammengedreht sind, so daß ihre Spitzen auf dem Gipfel eine kleine Rosette bilden, und zwischen diesen Aestchen steht mitten inne eine ganz kleine kugelige Zelle, wie in einer Kapsel. Diese letztere

Zelle kann nur als ganz kurz gebliebene Mittelröhre (Axe) eines Zweiges angesehen werden. Sie ist mit großen Stärkekörnern, Schleim- und Oeltröpfchen erfüllt. Das ganze Knöspchen fällt im Herbste von der Mutterpflanze ab, und im nächsten Frühlinge entwickelt sich die eingeschlossene Mittelzelle zu einem Stengel, welcher, sich verästelnd, ein vollständiges neues Pflänzchen darstellt.

Zwischen den so eben beschriebenen Knöspchen stehen die sogenannten Antheridien, kugelförmige braune, später rothe Kapselchen (Fig. 50, b, α), deren Entstehung und Bedeutung noch sehr räthselhaft bleibt. Diese sehr zierlich geformten Kapselchen springen auf dem Gipfel auf, so daß sie dreiklappig erscheinen. Sie enthalten eine große Menge zusammengekrümmter fadenförmiger Körperchen, welche büschelweise aus kleinen glockenförmigen Hülsen hervorragen und in diesen ursprünglich eingeschlossen gewesen zu sein scheinen. Jeder Faden zeigt sich bei starker Vergrößerung als eine nostokähnliche Zellenreihe, und in jeder dieser klaren Zellen liegt ein spiralig zusammengerolltes, äußerst kleines, fadenförmiges Körperchen (Fig. 52). Diese letzteren Körperchen verlassen, wenn die Zellenreihen durch das Aufspringen der Kapseln in's Wasser gerathen sind, durch eine pünktchenähnliche Oeffnung die Zellen, in welchen sie lagen, rollen sich dabei auseinander und bewegen sich sehr lebhaft im Wasser umher. Man bemerkt nun erst, daß sie an einem Ende flaschenförmig verdickt, und somit als Zellen mit fadenförmiger, spiralig gewundener Verlängerung zu betrachten sind. Den Zweck und die Natur dieser seltsamen Gebilde, welche man Spiralzellen oder Spermazellen nennt, kennt man nicht. Ihre Erscheinung erinnert an die Spermatozoen der thierischen Befruchtungsfeuchtigkeit (Fig. 1056), und Viele sind geneigt, sie für etwas Entsprechendes zu halten, sowie man auch in den Sporidien der Florideen (Fig. 47) einen ähnlichen Spiralfaden vermuthet. Man wird dazu geführt durch ähnliche Vorkommnisse, welche wir bei den vollkommeneren Klassen der Moose kennen lernen.

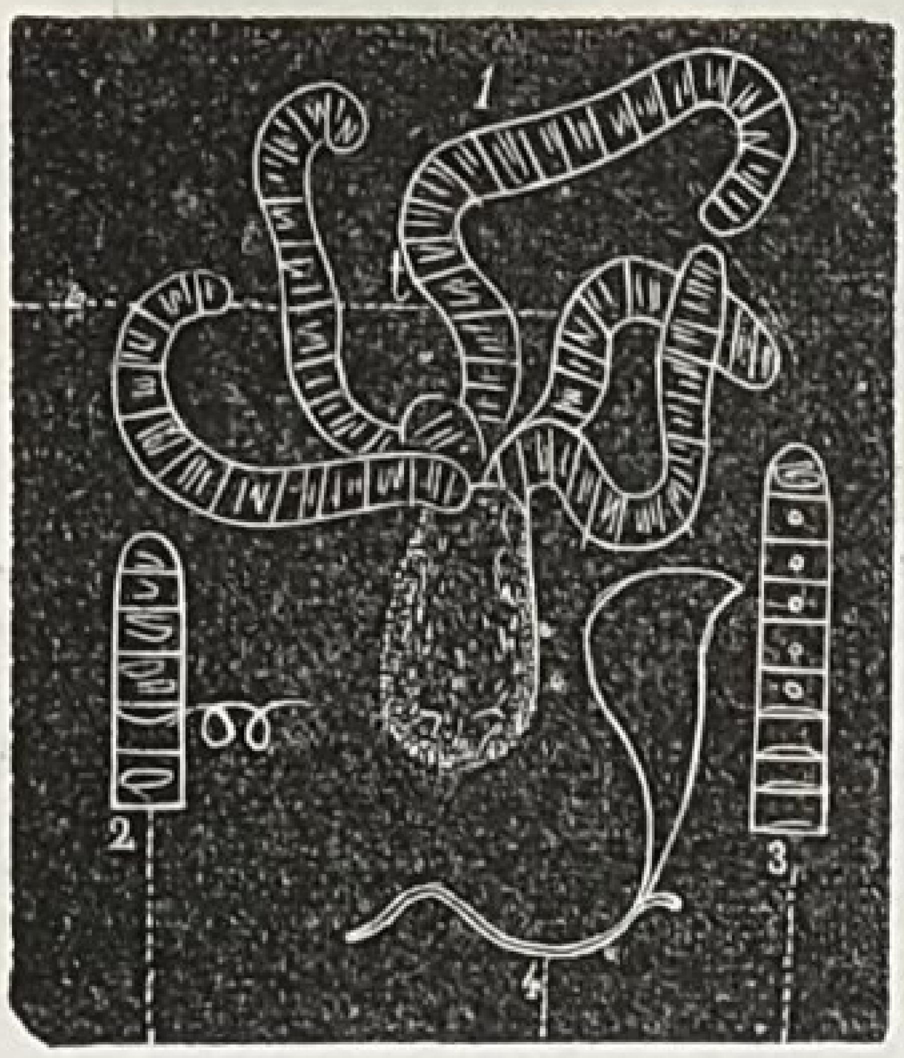


Fig. 52. Inhalt der Antheridien der gemeinen Chara (Chara vulgaris), stark vergrößert.*

* 1 Eine glockenförmige Hülle, an welcher viele fadenartige Zellenreihen (*l*) hangen; 2 das Ende einer solchen Zellenreihe, in deren Zellen man die Spiralfäden sieht, deren einer so eben herausdringt; 3 ein ähnliches Stück einer Zellenreihe, deren Zellen, mit Ausnahme der letzten, schon leer sind; 4 ein Spiralkörperchen, noch stärker vergrößert.

Die Pflanzen dieser Gruppe zeichnen sich durch Entwicklung eines sehr übeln Schwefelwasserstoffduftes aus, welcher vielleicht durch eine Zersetzung der Proteinsubstanzen in den älteren, nicht mehr lebensthätigen Zellen hervorgerufen wird.

Von Characeen hat man Spuren schon in gewissen, allem Anscheine nach aus stehenden Binnenwassern abgesetzten, Schichten der ältesten Tertiärformation ganz deutlich erkennbar erhalten gefunden; ja man kennt aus der Molassenformation (Fig. 53) sogar deutliche Knöspchen derartiger Gewächse, welche unter dem Namen Gyrogoniten bekannt sind. — Vielleicht waren mit dieser, in der gegenwärtigen Schöpfungsperiode so wenige Gattungen aufweisenden Pflanzengruppe gewisse räthselhafte Gewächse verwandt, deren Abdrücke sich im Steinkohlengebirge außerordentlich häufig zeigen, die mit gegliederten Stengeln und mit quirlartig stehenden Kreisen von Blättchen oder Aestchen versehenen Annularien (Fig. 54), Sphenophyllen (Fig. 55)



Fig. 53. Sporen von Chara medicagenula aus der Molassenformation, vergrößert.

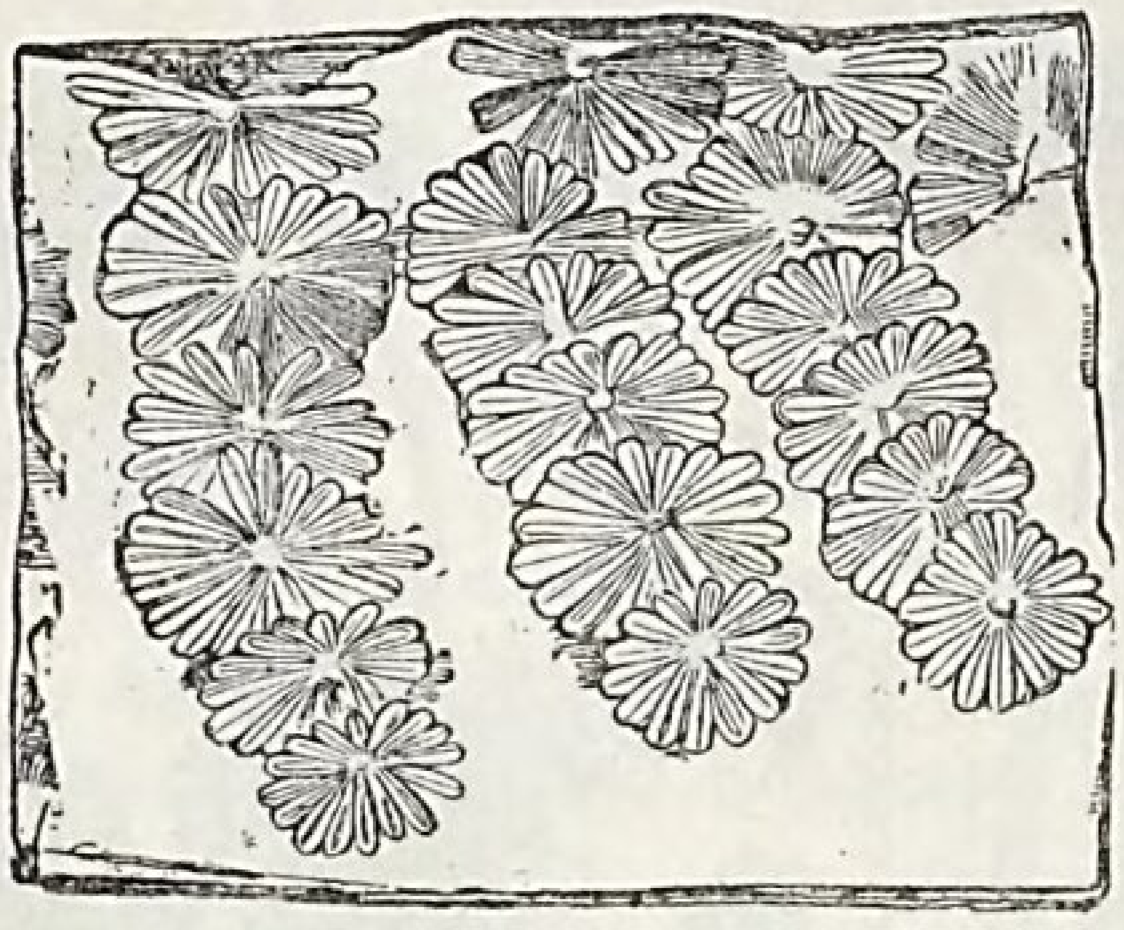


Fig. 54. Abdruck von Annularia brevifolia aus der Steinkohlenformation.

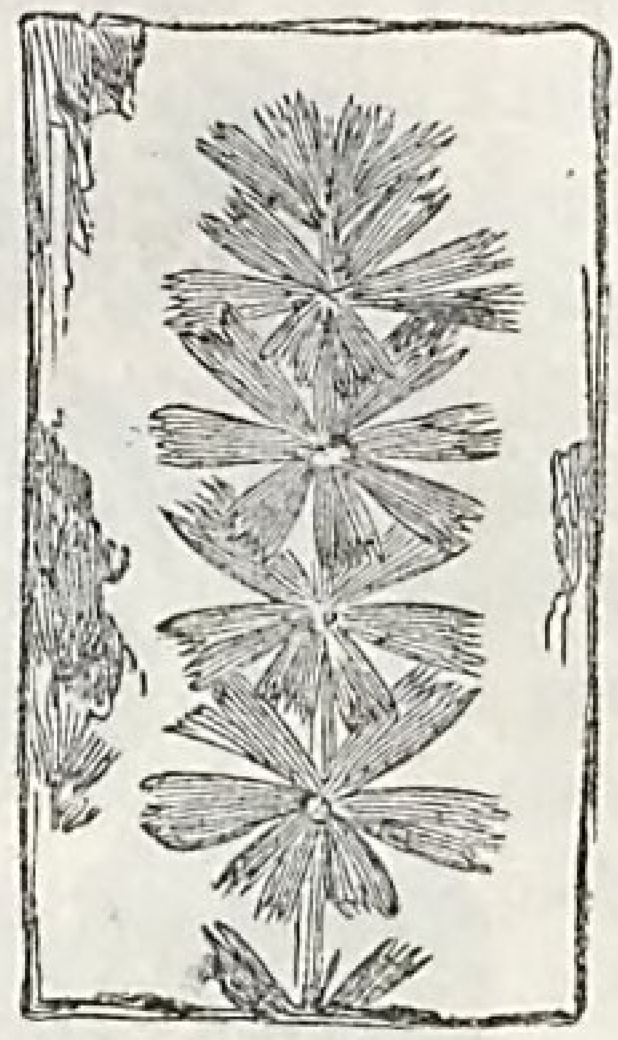


Fig. 55. Abdruck von Sphenophyllum dentatum aus der Steinkohlenformation.

u. s. w., welche zu der Bildung der Steinkohle nicht geringe Beiträge geliefert haben. Zwar theilen diese in mancher Beziehung Eigenthümlichkeiten der jetzigen Schafthalme oder Equisetaceen, zu welchen man sie gewöhnlich zu stellen pflegt, allein man hat nie ähnliche Fruchtzapfen bei denselben entdeckt, wie diejenigen, welche die Equisetaceen (Zapfenfarren) charakterisiren, und es würde den bei den Thieren genugsam gemachten Erfahrungen durchaus entsprechen, bei ausgestorbenen Mitgliedern einer niederen Klasse in den älteren Formationen Merkmale zu finden, welche gegenwärtig einer höher organisirten Klasse vorzugsweise zukommen. In der jetzigen Periode nehmen die Characeen an der Bildung des Torfes bedeutenden Antheil.

II. Klasse. Die Lebermoose.

Der zufällige Umstand, daß eine Pflanze dieser Klasse ehedem unter dem Namen Sternleberkraut, Leberflechte oder Lebermoos (Herba lichenis stellati, oder muscus hepaticus) gegen verschiedene Krankheiten der Leber und anderer Organe in arzneilichem Gebrauche stand, hat zu der Benennung der Lebermoose Veranlassung gegeben. Jene officinelle Pflanze ist die zur Erläuterung der Organisation der ganzen Klasse und ihrer Verwandtschaft mit andern Klassen des Pflanzenreichs vorzüglich geeignete, vielgestaltige Marchantie (Fig. 56), welche auf feuchtem, besonders sandigem Boden und an nassen Felsen oft in großer Menge wächst. Auf den ersten Blick hat das blattförmig, viellappige, sehr unregelmäßig gestaltete Laub derselben einige Aehnlichkeit mit manchen Flechten, wenn solche in nassem Zustande dunkelgrün erscheinen. Ihre Oberfläche ist durch viele sehr zarte, erhabene, hellgrüne Linien und Pünktchen runzlig, zwischen denen, besonders in der Mittellinie der Lappen, schwärzlich dunkle vertiefte Aderchen verlaufen. Die Unterseite des Laubes zeigt eine braune oder violette Färbung, ist ebenfalls runzlig und längs der Mittellinie mit vielen büschelförmig herabhangenden Fäden versehen, mit denen die Pflanze in den Boden eindringt und sich festklammert. Das ganze Laub besteht, mit Ausnahme des mittleren Theiles, aus einer ziemlich gleichartigen Zellenschicht, deren Zellen durch fast gar keinen Zwischenzellenstoff von einander getrennt, sondern mehr oder weniger dicht zusammengedrängt und daher nicht vollkommen abgerundet, sondern

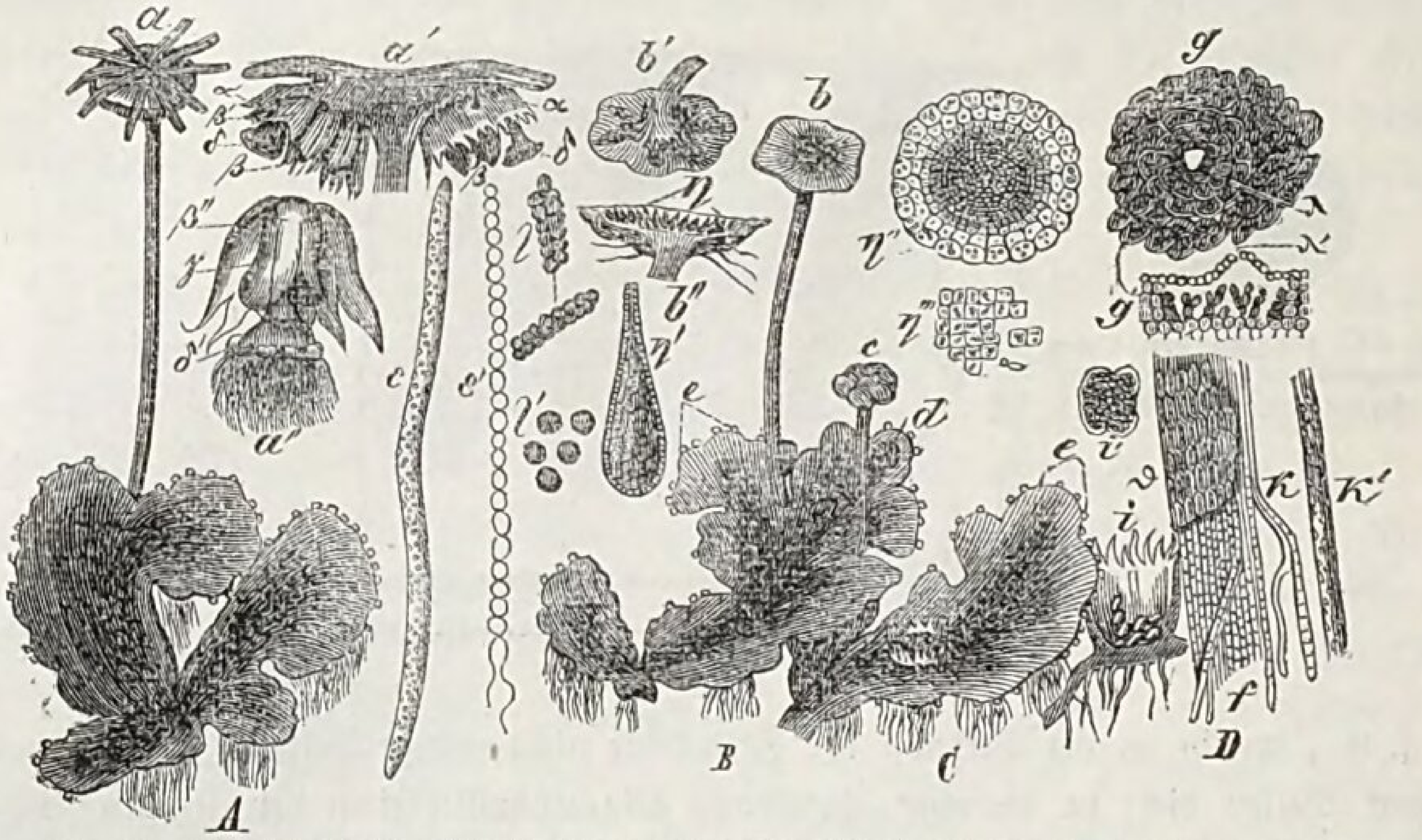


Fig. 56. Die vielgestaltige Marchantie oder das Sternleberkraut (**Marchantia polymorpha**). *

* **A** Ein sporangientragendes (weibliches) Laub in nat. Gr. — *a* Langgestielter, sternförmiger Schild, auf dessen Unterseite sich die Sporangien befinden; *a'* ein Durchschnitt des Schildes, vergrößert; α äußere, für mehrere Sporangien gemeinsame Hülle; α' dieselbe geöffnet; β besondere Sporangienhülle, noch geschlossen; β' dieselbe geöffnet; δ die daraus hervorragende Mündung eines Sporangium; *a''* eine besondere Sporangienhülle: β'', geöffnet, um die innerste Sporangienhülle oder Haube γ zu zeigen, aus welcher, nachdem sie fast zweiklappig aufgerissen ist, die Mündung des Sporangium δ' hervorragt; letztere ist mit zurückgerollten klappenartigen Spitzchen aufgesprungen und schüttet gerade ihren Inhalt von Elateren und Sporen aus; ε eine Schleuderzelle in unreifem Zustande, worin man den Verlauf der spiralförmigen Verdickung wenigstens an den beiden Seiten bemerkt; ε' dieselbe Zelle, spiralig zerrissen, als doppeltes Schleuderband; ζ Sporen in unreifem Zustande, in Paketchen zusammenhangend; ζ' reife Sporen, wie sie mit den reifen Elateren ausgeschüttet werden.

B Ein antheridientragendes (männliches) Laub in nat. Gr. — **b** Langgestielter scheibenförmiger Schild, in welchem die Antheridien liegen; *c* ein solcher Schild in jüngerem Zustande; *d* die Knospe eines solchen, so eben hervorbrechend; *e* Spreuschüppchen am Rande des Laubes; *b'* ein Antheridienschild, vergrößert, von der Unterseite; *b''* der Durchschnitt eines solchen; η Antheridien; η' ein Antheridium, stärker vergrößert; η'' Querdurchschnitt eines solchen, noch mehr vergrößert; η''' Zellen, welche in den Antheridien enthalten sind.

C Ein unfruchtbares (geschlechtsloses) Laub mit einem Brutbecher. — *i* Durchschnitt eines Brutbechers mit dem Laube, welches ihn trägt, um die Soredien- oder Brutzellenhäufchen zu zeigen; *i'* ein Brutzellenhäufchen, stärker vergrößert.

D Zellenstruktur der Marchantie, vergrößert; *f* ein Theil des Fruchtstiels, mit den Faserzellen *k* und einer Rinde polyedrischer Zellen ϑ; *k'* eine Faserzelle, stärker vergrößert; *g* ein Stück von der Haut eines Blattes mit rundlich polyedrischen Zellen, welche eine Spaltöffnung λ umgeben; *g'* senkrechter Schnitt durch dieselbe Partie des Blattes, minder vergrößert; λ' Stoma oder Spaltöffnung, mit darunter befindlicher Lufthöhle.

vielflächig (polyedrisch) gegen einander abgeplattet sind (g). Zellgewebe von solcher Beschaffenheit, welches bei allen vollkommeneren Pflanzen sehr häufig und allgemein gefunden wird (Fig. 57), pflegt man mit dem besonderen Namen von Parenchym (parenchyma) zu belegen, während das aus zusammengehäuften, rundlichen Zellen bestehende Zellgewebe, welches bei den unvollkommeneren Pflanzen sehr allgemein, ja mitunter ausschließlich vorhanden ist, bei vollkommeneren Pflanzen aber viel seltener und vorzugsweise in ganz jungen Theilen bemerkt wird (Fig. 58), unter der Benennung von Merenchym (merenchyma) davon unterschieden werden soll.

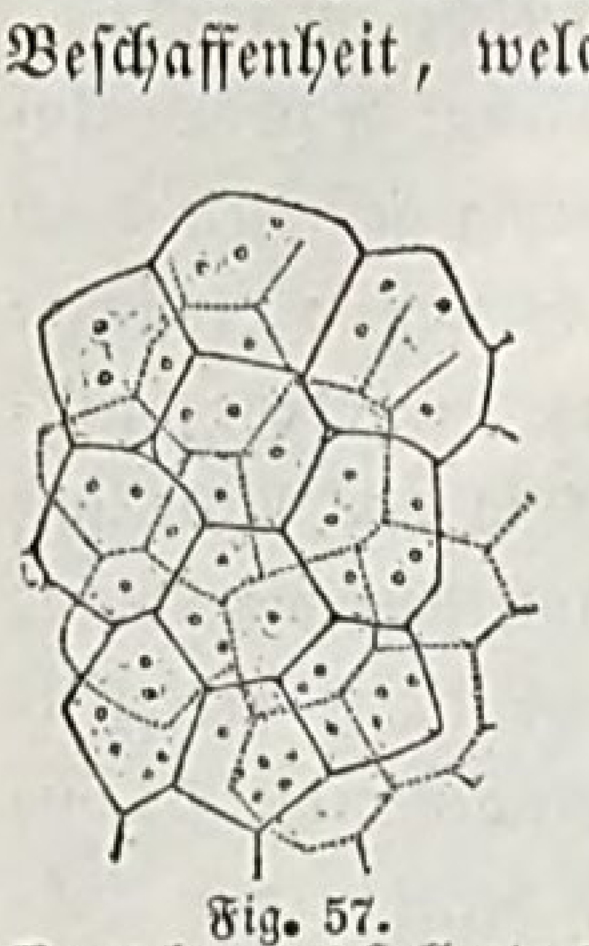


Fig. 57. Parenchym des Hollunders (**Sambucus nigra**), aus dem Marke genommen, vergrößert.

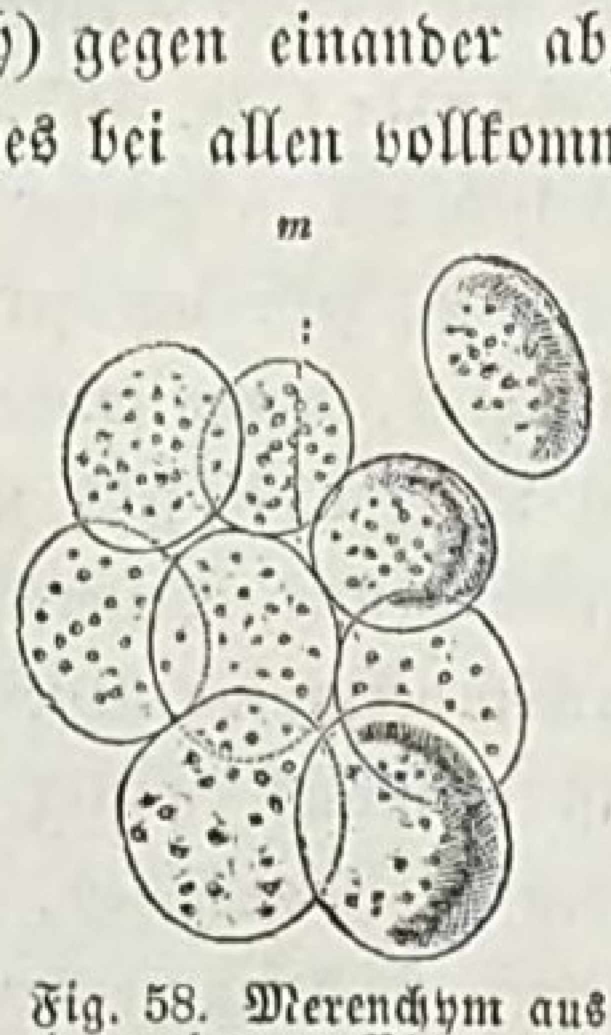


Fig. 58. Merenchym aus einem jungen Blatte des gemeinen Hauslaubes (**Sempervivum tectorum**), vergrößert. *

* *m* Zwischenräume der Zellen, sogenannte Zwischenzellengänge.

Eine dichtgedrängte parenchymatische Zellenlage bildet eine zarte Rinde der Pflanze, welche man Oberhaut oder Epidermis nennt, und welche auch diejenigen Theile überkleidet, welche innerlich aus ganz anders geformten Zellen bestehen (f). Diese Oberhaut zeigt hie und da Lücken, sogenannte Stomate oder Spaltöffnungen (λ), unter welchen das Zellgewebe locker und lückenhaft ist, und daher auch rundliche Zellen zeigt. Solche Lücken des Zellgewebes, in welche die Luft einzudringen vermag, werden als Lufthöhlen bezeichnet. Die Zellen der ganzen Pflanze sind meistens mit farblosem Safte gefüllt, in welchem Körnchen von Stärkemehl und andere von Chlorophyll grüngefärbte, wahrscheinlich aus Wachs bestehende, Kügelchen schwimmen. Die Zellen der schwärzlich und violett erscheinenden Partieen, besonders auch die der Unterseite, entbehren solcher Kügelchen und enthalten gleichmäßig violett gefärbten Saft. Der mittlere Theil des Laubes besteht aus ganz anders gestalteten Zellen, nämlich solchen, welche fadenförmig in die Länge ausgedehnt sind und daher Faserzellen genannt werden (f). Das aus solchen Fasern gebildete Fasergewebe oder Prosenchym (prosenchyma) findet sich bei allen vollkommeneren Pflanzen, besonders in solchen Theilen, welche stark in die Länge ausgedehnt sind, und zumal als Hauptbestandtheil des Holzes sehr häufig (Fig. 59). Bei den Marchantien bildet es vorzugsweise bandartige Partieen in der Mitte der Lappen des Laubes, welche sich gabelig zertheilen, wie dieses selbst. Die Fasern zeigen einen ähnlichen Inhalt, wie die grünen Prosenchymzellen. Bei starker Vergrößerung bemerkt man an der inneren Wandung derselben eine vorspringende, spiralig verlaufende Leiste, welche durch allmählige Verdickung der Zellenwandung während des Wachsthumes und der Verlängerung der Zelle gebildet zu sein scheint und, wie die Zellenwandung der Faser selbst, aus Cellulose besteht. Durch diese Leiste ist der innere Raum der Faser zu einer schneckenförmigen Röhre geworden, in welcher man die Körnchen von Stärkemehl und Chlorophyll ziemlich vereinzelt liegen sieht (k'). Aus ganz ähnlichen, aber einfacheren und farblosen Faserzellen bestehen auch die haarähnlichen Fäden, mit welchen die Pflanze, wie oben erwähnt, den Boden sucht, und welche den Namen von Wurzeln mit vollem Rechte verdienen, indem die sehr zarten Zellenspitzen derselben vermittelst ihrer Auffaugungsfähigkeit der Pflanze vorzugsweise die Nahrung zuführen. Sie entspringen aus den im Laube befindlichen Prosenchymbändern und sind theils ganz vereinzelt, theils mehrere eine Strecke weit zusammengewachsen. Sie saugen die atmosphärische Feuchtigkeit, welche die allgemeinste Nahrung der Pflanzen, Kohlensäure und Ammoniak, aufgelöst enthält, theils unmittelbar, theils aus dem Erdboden, in welchen sie eindringen und in welchem die Feuchtigkeit einestheils sich dauernder erhält, als an der Oberfläche, anderntheils aber reichlichere Vorräthe von Kohlensäure und Ammoniak, vorzufinden und aufzulösen pflegt, vermittelst der Endosmose ein, und müssen dieselbe oder die aus dieser und aus den

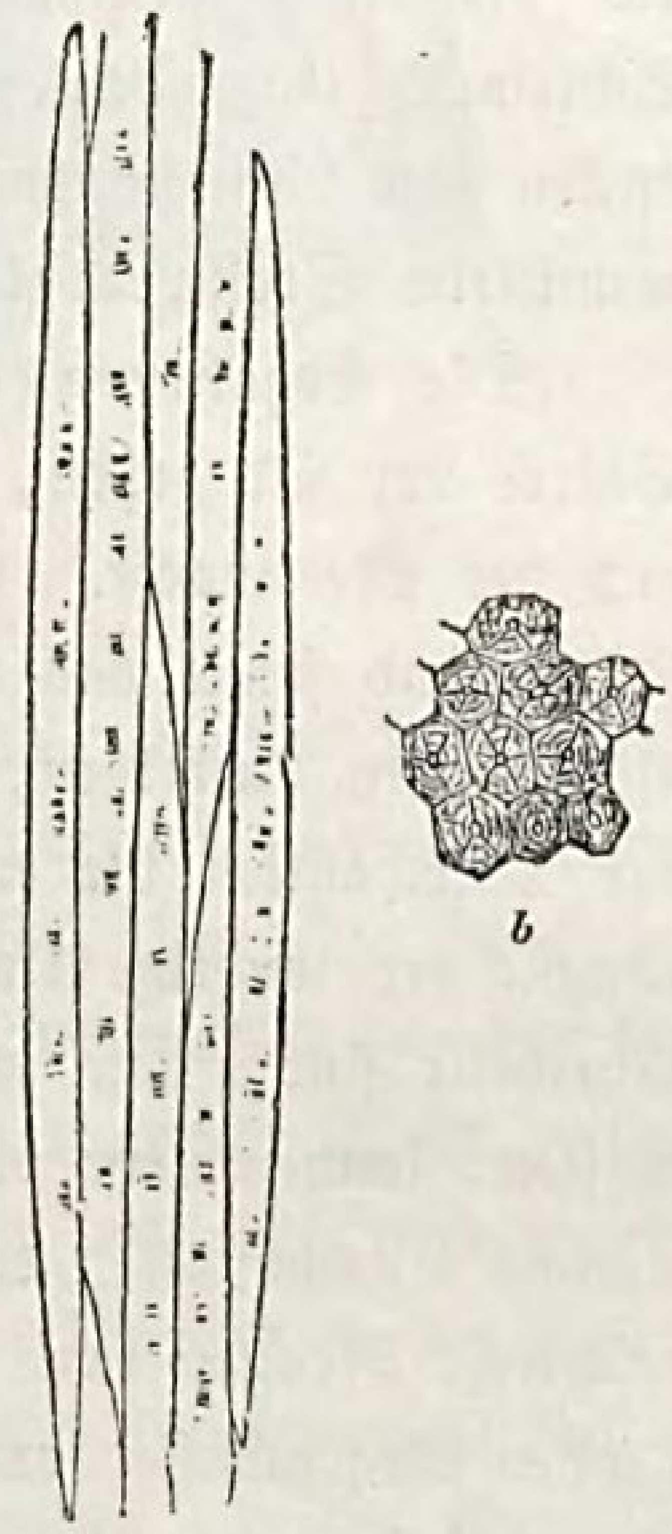


Fig. 59. Prosenchym von der gemeinen Jungfern- oder Waldrebe (Clematis vitalba).*

* a Einige Faserzellen; b Querschnitt derselben, welcher sich dadurch auszeichnet, daß man eine mehrfache schichtenweise Verdickung der Zellenwandungen bemerkt.

darin aufgelösten Stoffen in ihnen gebildeten Säfte von Zelle zu Zelle weiter befördern, so lange eine Ungleichheit in dem Inhalte der verschiedenen Zellen stattfindet. Daß eine solche aber fortwährend stattfinde, dafür sorgt die stets in den Zellen der Oberfläche vor sich gehende Verdunstung und die unter dem Einflusse des Sonnenlichtes geschehende Umwandlung der Mischungen der im Zellensafte enthaltenen Substanzen, bei welcher obendrein Kohlensäure aus der Luft eingenommen und mit Zurückhaltung des Kohlenstoffes reiner Sauerstoff wieder ausgedunstet wird. Aus dieser Umwandlung, von welcher man sich durch das Experiment überzeugen kann, wenn man Marchantien oder andere grüne Pflanzen unter einer mit Kohlensäure gefüllten Glasglocke wachsen läßt, geht als auffallendste Nebenerscheinung die Bildung des Chlorophylls hervor, welches daher diejenigen Zellen charakterisirt, in denen dieselbe vorzugsweise thätig ist, und welche somit, ihrem Inhalte nach, im entschiedensten Gegensatze zu den Wurzelzellen stehen. Die Aufnahme der Kohlensäure aus der Luft und die Ausdunstung des Sauerstoffes scheint vorzugsweise begünstigt und vermittelt zu werden durch die Lücken des Zellgewebes, welche vermittelst der Stomate oder Spaltöffnungen das Eindringen und den Ausgang der Gase gestatten, und innerhalb deren die Zellen zu diesem Stoffwechsel geeigneter sind, als die einen firnißartigen Ueberzug eingetrockneten oder wenigstens eingedickten Schleimes tragenden Zellen der Oberhaut. Somit entsprechen die Stomate und Lücken den Athmungsorganen der Thiere, während jedoch der durch die Athmung vermittelte Stoffwechsel bei den Pflanzen dem der Thiere gerade entgegengesetzt ist.

Die Ernährung der Marchantien kann begreiflicher Weise nicht mit solcher Stärke vor sich gehen, als die der ganz in Wasser wachsenden Mehrzahl der Algen und der Meermoose. Allein dieselbe, und in gleichem Maße die Vermehrung der Zellen und somit das Wachsthum, ist andererseits jedenfalls weit mehr begünstigt, als bei den Luftalgen, den Flechten, da den in die Erde eindringenden Wurzelzellen der Marchantien die ernährende Feuchtigkeit in der Regel nie völlig fehlt. Dazu kommt der wichtige Umstand, durch welchen wurzelnde Pflanzen außerordentlich im Vortheile sind, daß nämlich im Erdboden, außer den eigentlich erdigen Bestandtheilen, immer mehr oder weniger modernde thierische und pflanzliche Stoffe, sogenannte Humusstoffe, vorhanden zu sein pflegen, welche, sich durch Fäulniß zersetzend, reichliche Mengen von Kohlensäure und Ammoniak entwickeln und diese dem eindringenden Regenwasser oder Thau zur Auflösung darbieten. Allein auch abgesehen von dieser Beimengung, unterstützt der Erdboden die Ernährung der Pflanzen, indem die Bodenarten mehr oder weniger die Eigenschaft aller mit äußerst zarten Zwischenräumen versehenen (porösen) Körper besitzen, vermittelst deren sie gasartige Stoffe in sich einsaugen, verdichten und somit in größerem Maße in sich ansammeln, als man nach der Geringfügigkeit ihrer, dem bloßen Auge unsichtbaren Poren vermuthen möchte. So saugt die Erde die Gase der Atmosphäre in sich ein, und das im Boden von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommene Wasser muß also weit nährender sein, als der Regen unmittelbar. — Da das Wachsthum der Marchantien lebhafter ist, als das der Flechten, so sind Störungen desselben oder gar zeitweiliges völliges Aufhören der Ernährung für sie nachtheilig und sogar tödtlich — in Uebereinstimmung mit einem im ganzen Pflanzenreiche sich wiederholenden Wechselverhältnisse, in Folge dessen diejenigen Gewächse die größte Ausdauer und Zähigkeit besitzen, deren

Vegetationsthätigkeit stets nur eine geringe ist. Und wie wir im Thierreiche allgemein die Regel beobachten, daß diejenigen Geschöpfe, deren Lebensthätigkeit in schneller Verdauung und Athmung die größte Stärke zeigt, in Betreff der Lebenszähigkeit bei weitem denjenigen nachstehen, bei welchen der Stoffwechsel mit der auffallendsten Langsamkeit vor sich geht, so können wir ganz Entsprechendes auch bei den Pflanzen beobachten.

Die Fortpflanzungsorgane der Marchantien (Fig. 60) sind, wie bei den Meermoosen von verschiedener Art. Man unterscheidet Sporangien mit Sporen, Antheridien mit Spermazellen und Keimzellenhäufchen.

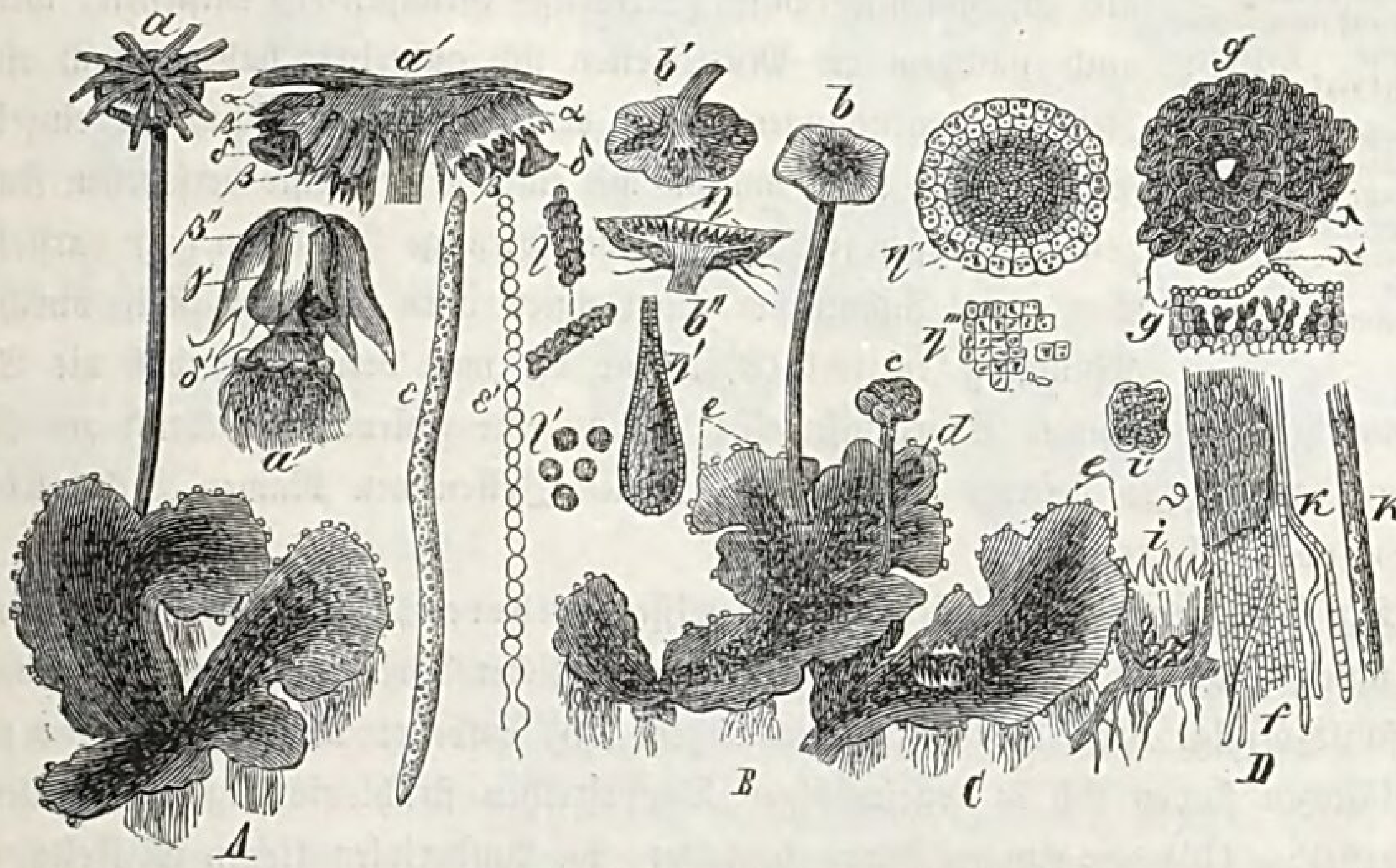


Fig. 60. Die Fortpflanzungsorgane der Marchantie.

Die Sporangien entstehen auf gewissen Laubstücken (A) auf der Mittellinie eines Lappens innerhalb eines kugeligen Auswuchses des Parenchyms, in dessen Mitte ein Bündel von Faserzellen sich hineinstreckt. Ursprünglich liegen die Sporangien in einer, das Mittelbündel umgebenden Höhlung dieses Auswuchses so, daß sie an die äußere Wand desselben angewachsen sind. Da aber der untere Rand dieser äußeren Wandung sich frühzeitig von dem Mittelsäulchen trennt und, während dieses als ein langer Stiel emporwächst, hutartig sich ausbreitet, so findet man die Sporangien bei fortgeschrittener Entwicklung auf der unteren Fläche eines langgestielten Hütchens oder Schildes, von dessen oberem Gipfel strahlenförmig einzelne Partieen des Zellgewebes über den Hutrand hinaus sich verlängern, um so einen fünf- bis elfstrahligen Stern darzustellen (Fig. 60, a). Auf der untern Seite dieses sternförmigen Hutes befinden sich zahlreiche, aus kleinen spreuartigen Blättchen bestehende Hüllen (α), deren jede mehrere besondere, anfangs knospenartig geschlossene Sporangienhüllen (β) umschließt. Innerhalb einer solchen Sporangienhülle befindet sich das Sporangium (δ), nochmals von einer besonderen kegelförmigen Hülle, der Haube (γ), umgeben, welche jedoch, durch das sich entwickelnde Sporangium gedrängt, sich am Gipfel mehr oder weniger zweiklappig öffnet, sowie dann auch die Sporangienhülle (β) zerrissen wird, und die blumenähnlich mit zurückgerollten Läppchen geöffnete Mündung des Sporangium sich hervorstreckt. Die Haube (Fig. 61) wächst, nachdem sie vom Sporangium durchbrochen worden ist, noch bedeutend, dieselbe ist

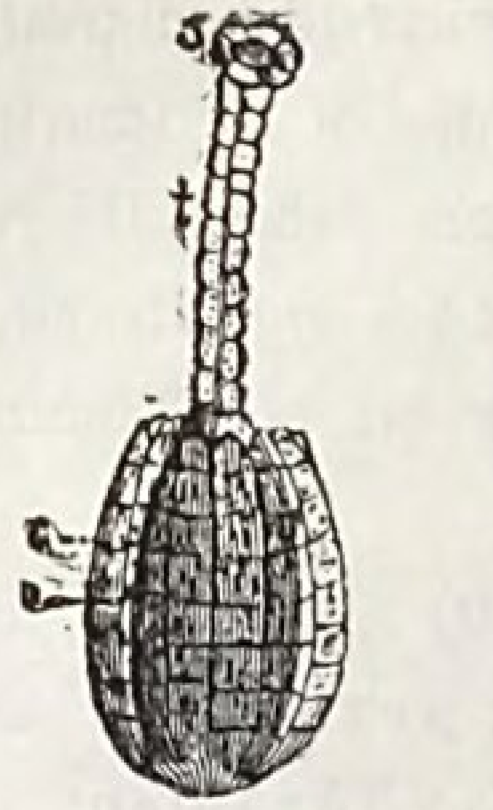


Fig. 61. Ein unreifes Sporangium der Marchantie, aus seiner Hülle genommen, stark vergrößert. *

* *c* Haube; *o* Sporenhöhlung des Sporangium, durch die Haube durchschimmernd; *t* Ausleerungsröhre des Sporangium; *s* blumenähnliche Oeffnung desselben.

umgeben mit fadenförmigen Zellenreihen, welche Paraphysen genannt werden. Der Stiel des Sporangienträgers (Fig. 60, f) besteht aus Faserzellen, an welchen sich eine Rinde von parenchymatischem Zellgewebe emporzieht; die hautige Ausbreitung des Hütchens und alle Hüllen der Sporangien bestehen aus Parenchym, aber einzelne Bündel von Faserzellen erstrecken sich aus dem Stiele in alle diese Organe hinein. Auch innerhalb der Sporangien bilden sich sehr zahlreiche Faserzellen (ε), und zwischen denselben die Sporenmutterzellen, innerhalb deren die Sporenzellen als zusammengedrängte paketartige Gruppen (ζ) entstehen, welche, auch nachdem die Mutterzellen sich aufgelöst haben, noch einige Zeit zusammenhangen. Bei der Reife trennen sich die einzelnen Sporenzellen (ζ'), und die mit einer Spiralleiste versehenen Faserzellen zerreißen so, daß sie zwei spiralige Bändchen (ε') darstellen. Der ganze Inhalt der Sporangien wird nach der Reife durch die Mündung entleert (δ'), und da man vermuthet, daß die Ausstreckung der zerreißenden Spiralfaserzellen durch eine schleudernde Kraft zur Zerstreuung der Sporen beitrage, so gab man jenen Zellen den Namen Schleuderzellen oder Elateren.

Die Antheridien entstehen auf gewissen anderen, übrigens der Form nach nicht unterscheidbaren Laubstücken (B) ganz in ähnlicher Weise, wie die Sporangien. Der schildförmige Hut des Antheridienträgers (b) entbehrt der Sternstrahlen; die Hüllblättchen finden sich in regelmäßigen Doppelreihen strahlenförmig auf der Unterseite desselben (b') von einigen Fäden begleitet; die Antheridien liegen im Zellgewebe des Hutes eingebettet und richten ihre Mündung nach der oberen Fläche (b'', η). Jedes Antheridium ist ein flaschenförmiges Säckchen von Parenchym (η'), welches mit parenchymatisch zusammengedrängten Zellen ganz erfüllt ist (η''), und diesen seinen Inhalt (η''') entleert dasselbe durch seine Mündung. Die entleerten Zellen enthalten Spermazellen; es befindet sich nämlich innerhalb jeder derselben ein spiraliges Körperchen von der Beschaffenheit der Spiralzellen, welche wir bei den Characeen und Florideen kennen lernten. Eine direkte Einwirkung der Spermazellen oder ihres Inhaltes auf den Inhalt der Sporangien hat man noch nicht beobachtet, doch wird eine solche auch hier vermuthet.

Die Keimzellenhäufchen entstehen theils auf dem antheridientragenden Laube, theils auf besonderen, sogenannten unfruchtbaren Laubstücken (C). Es bilden sich ringförmige Auswüchse auf dem Laube, welche später becherförmige Gefäßchen, die sogenannten Brutbecher, darstellen, in deren Höhlung aber einzelne Zellen sich zu selbstständigen neuen Pflänzchen machen, indem sie noch im Zusammenhange mit dem übrigen Zellgewebe sich vermehren und als kleine mehrzellige Körperchen (i) dann vom Zellgewebe lostrennen. Ganz wie die Soredienzellen der Flechten und die Keimzellen der Florideen sind diese Zellenhäufchen, welche man auch wohl Brutknospen nennt, fähig, neue Pflanzen aus sich zu erzeugen.

Die Sporen der Marchantien bilden, wenn sie keimen, zuerst einen oder mehrere fadenartige Auswüchse, indem die Zellhaut sich ausdehnt (Fig. 62). Alsdann beginnt die Spore am entgegengesetzten Theile ihres Umfanges durch Scheidewand-

bildung und Zellentheilung mehrere kleine Zellen zu erzeugen, welche, sich fort und fort vermehrend, ein bandartiges, äußerst zartes Pflänzchen darstellen, aus dessen parenchymatischem Zellgewebe hie und da ein Wurzelfaserchen hervorsproßt. Dieses Pflänzchen nennt man den **Vorkeim**; das eigentliche Marchantienlaub entspringt erst aus irgend einer der Zellen desselben, welche selber gleichsam als Keimzelle auftritt. Der Vorkeim stirbt alsdann ab. —

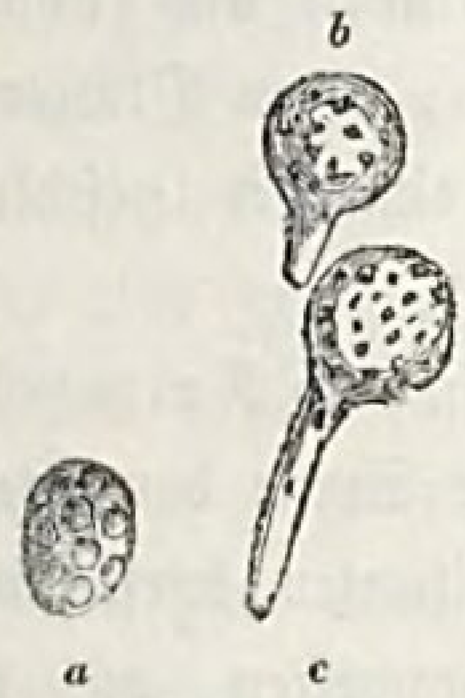


Fig. 62. Die Keimung der Sporen der Marchantie.*

* *a* eine Spore, stark vergrößert; *b* dieselbe bei beginnender Keimung; *c* die Keimung weiter vorgeschritten.

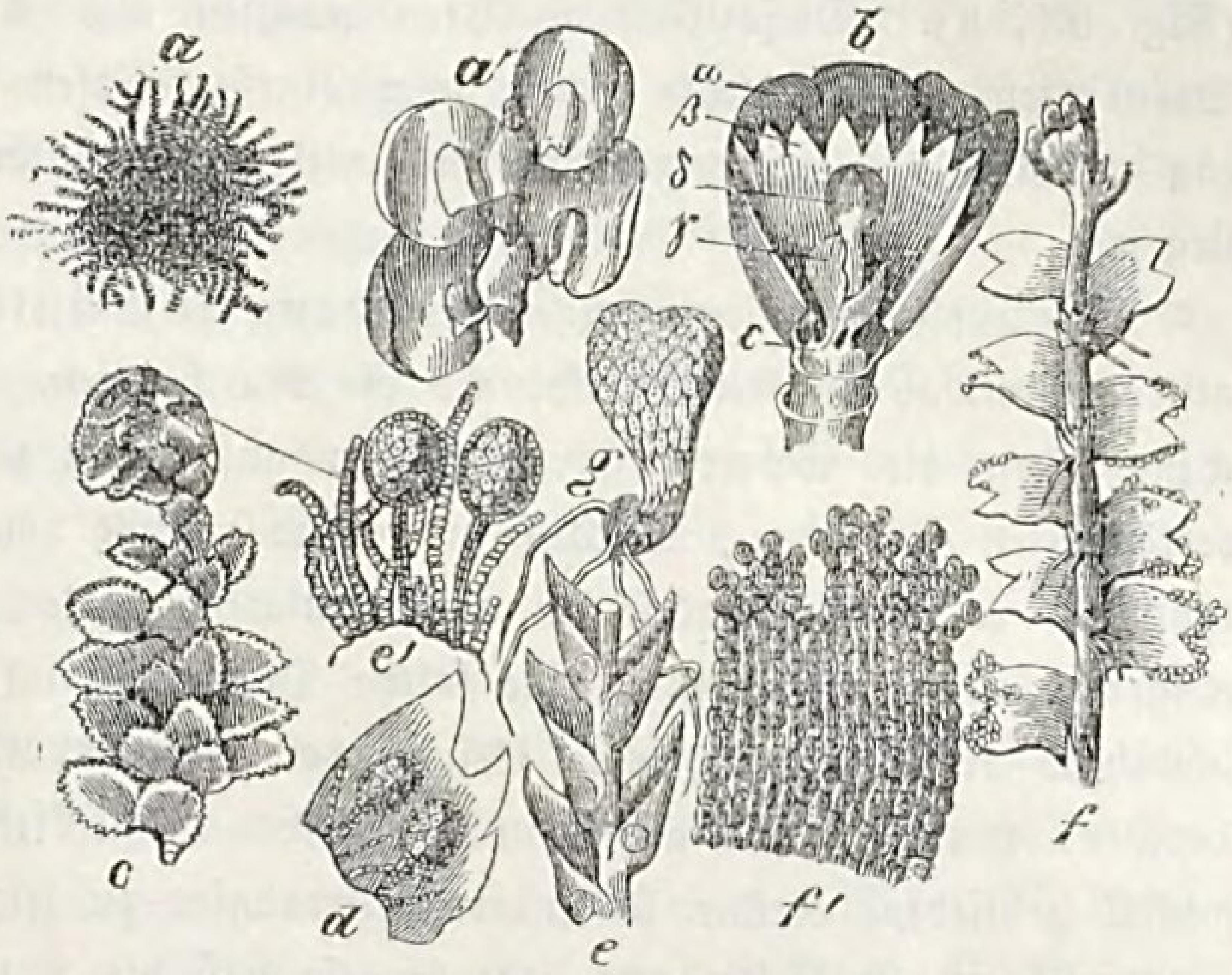


Fig. 63. Die Jungermannien und ihre Fortpflanzung.*

* *a* Ein ganz kleiner Rasen der Tamariskjungermannie (**Jungermannia tamarisci**) in nat. Gr., von dem Stamme einer Buche; *a'* ein Stückchen des Stengels mit Blättern, Nebenblättern und Oehrchen von der untern Fläche, vergrößert; *b* ein junges Sporangium von der ausgerandeten Jungermannie (**J. emarginata**), vergrößert; α äußere Hülle; β die mit derselben verwachsene innere Hülle; γ die Haube; δ das Sporangium; ε drei unentwickelt gebliebene Sporangienkeime; *c* der obere Theil eines Stengels mit den Antheridien von der Hainjungermannie (**J. nemorosa**), vergrößert; *c'* die Antheridien und Paraphysen von einem Blatte, stärker vergrößert; *d* ein Blatt der spitzenblätterigen Jungermannie (**J. acuta**) mit den Antheridien und Paraphysen, stark vergrößert; *e* ein Stück des Stengels der herzblätterigen Jungermannie (**J. cordifolia**), mit Andeutung der Lage der Antheridien, vergrößert; *f* ein Stengel der wechselblätterigen Jungermannie (**J. heterophylla**), an deren Blättern die Zellen sich zum Theil als Keimzellen losgetrennt haben, vergrößert; *f'* eine Spitze eines solchen Blattes, stärker vergrößert; *g* eine gekeimte Spore mit dem Vorkeime von der dichtblätterigen Jungermannie (**J. epiphylla**), vergrößert. Die eigentliche Pflanze entspringt aus dem herzförmigen Winkel des Vorkeimes.

Ein zweites Beispiel für die Klasse der Lebermoose bieten die **Jungermannien** oder **Kreuzlederkräuter** dar (Fig. 63), welche sich durch die regelmäßige Form ihres Laubes auszeichnen, indem die mittlere Partie desselben als ein rundlicher, aus Faserzellen bestehender und mit einer parenchymatischen Rinde bekleideter **Stengel** erscheint, von welchem aus die blattförmigen Lappen, in abwechselnder Aufeinanderfolge, zu beiden Seiten sich ausbreiten. Jedes **Blättchen** ist an seinem Ursprunge, wo es mit dem Stengel zusammenhangt, und wo ein kleines Bündelchen von Faserzellen in die Mittellinie desselben eintritt, ein wenig rinnenförmig hohl, so daß es den Stengel theilweise umfaßt, und meistens noch mit einem kleineren **Nebenblättchen** und einem kleinen Anhängselchen, dem **Oehrchen**, versehen. Uebrigens ist es gewöhnlich so stark ausgebreitet, daß ein Blättchen das andere theilweise deckt, und man erblickt in Folge dessen auf der Oberseite zwei regelmäßig abwechselnde, den Stengel ganz verdeckende Zeilen dachziegelartig liegender Hauptblättchen (Fig. 64), und auf der Unterseite zwei schmalere Zeilen, welche von den Nebenblättchen gebildet werden (Fig. 63, c). Uebrigens ist die Mannigfaltigkeit der Lage und Form der Blättchen sehr verschieden bei den sehr zahlreichen verschiedenen Gattungen von Jungermannien. Die **Wurzeln** dieser Pflänzchen entspringen meistens büschelweise aus dem Stengel in der Nähe des Ursprunges der Blätter.

Einige Arten dieses Geschlechtes wachsen auf feuchter Erde, zumal in nassen Wäldern, und diese sind mit deutlich erkennbaren, bei der größten der in Deutschland einheimischen Arten eine Linie langen, durchschimmernd zarten Blättchen versehen, und erreichen wohl vier Zoll in der Länge. Allein die Mehrzahl der Arten, welche bei uns gefunden werden, erreicht eine sehr geringe Größe, so daß man bei vielen derselben die Blättchen mit bloßem Auge nicht von einander unterscheiden kann (Fig. 63, a). Diese kleinen Arten wachsen alle an Baumrinden und ähnlichen Standorten, wo sie dichte dunkle oder ölgrüne Rasen darstellen, deren Blätterzeilen eng an die Unterlage angedrückt und vielfach verästelt durch einander geschlungen liegen.

Die Jungermannien erzeugen *Sporangien*, *Antheridien* und *Keimzellen*, allein in etwas anderer Weise, als die Marchantien. Auf der Spitze der Stengelchen stehen die *Sporangien* einzeln auf einem zarten, mitunter borstenähnlich verlängerten Stielchen, welches an seinem Grunde von einer doppelten, aus eigenthümlich zusammengewachsenen und hautartig zarten Blättchen gebildeten *Hülle* umgeben ist. Oeffnet man eine solche Doppelhülle (Fig. 63, b), so findet man innerhalb derselben noch eine kleine, von der emporwachsenden Sporangie durchbrochene *Haube*, und am Grunde derselben einige kleine Paraphysen, welche unentwickelt gebliebene Keime zu andern Sporangien zu sein scheinen. Das Stielchen des Sporangiums ist kantig und gedreht, so daß die Kanten spiralig verlaufen. Das Sporangium stellt eine nußbraun gefärbte, anfangs kugelförmige Kapsel dar, welche, vom Gipfel her in vier blattähnliche Klappen sich theilend, aufspringt und ihren Inhalt verschüttet, der aus Sporen und sehr zahlreichen Schleuderern besteht (Fig. 64).

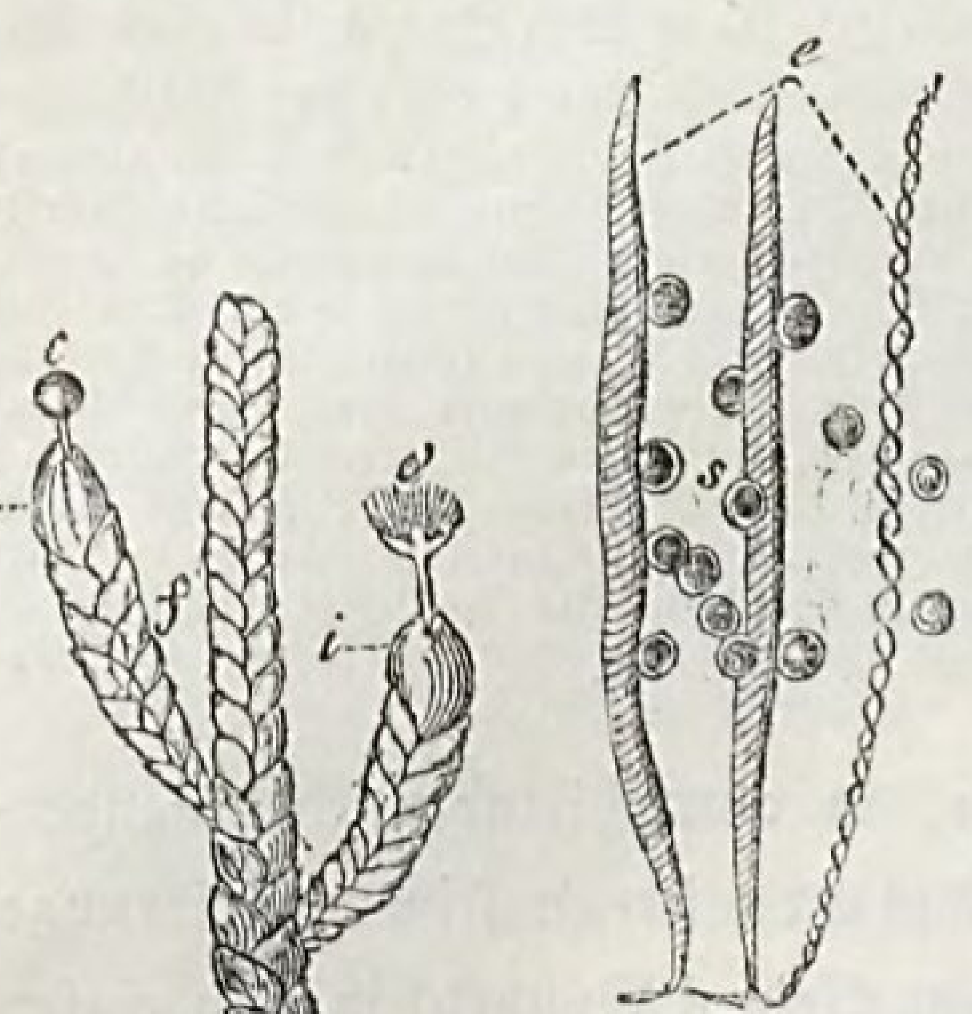


Fig. 64. Ein kleiner Zweig der flachblätterigen Jungermannie (**Jungermannia platyphylla**). *

* *f* Laubzweige; *i* Sporangienhülle; *c* ein noch geschlossenes Sporangium; *c'* ein geöffnetes Sporangium. Daneben sind Schleuderzellen in unversehrtem und in spiralig zertrenntem Zustande (*e*), nebst zwischenliegenden Sporen (*s*), so dargestellt, wie sie auf dem Sporangienboden (*r*) stehen.

Bei einigen Arten bleibt dieser Inhalt in Gestalt von vier Büscheln anfangs auf den vier Spitzen der Kapselklappen hangen. Eine Mittelform zwischen der Bildung des Sporangienträgers der Marchantien und den gestielten Sporangien der Jungermannien stellt die Fruchtbildung der *Lunularien* (Lunularia) dar, welche mit den Marchantien fast ganz die Form des Laubes theilen, und deren, aus einer glockenförmigen, auf dem Laube stehenden Hülle entspringender, langgestielter Sporangienträger vier wagerecht im Kreuze stehende, besondere Sporangienhüllen trägt, aus deren jeder eine vierklappige Sporangienmündung hervorragt.

Die *Antheridien* der Jungermannien (c, c′, d, e) stehen gewöhnlich in den Achseln, d. h. den durch die Verbindung mit dem Stengel gebildeten Winkeln, der Blätter, welche dann an dem betreffenden Punkte eine bauchige Hohlwölbung besitzen. Dieselben sind gestielte, ziemlich kugelige Kapselchen mit einem Inhalte von Spermazellen. Neben ihnen befinden sich immer zahlreiche Paraphysen.

Die *Keimzellen* sind bei den Pflanzen dieses Geschlechtes, ganz wie bei den

Soredien der Flechten, unmittelbar abgesonderte Zellen des Zellgewebes, welche am Rande der Blätter, meistens in Häufchen, als Staubkörner angetroffen werden.

Wie die Marchantien, so keimen auch die Jungermannien und bilden zuerst einen Vorkeim (Fig. 63, g), welcher bei dieser Gattung ein kleines, mehr oder weniger herzförmiges Läppchen darstellt, in dessen Herzwinkel die Keimzelle liegt, aus welcher die neue Jungermannie hervorsprießt.

Es herrscht in der Klasse der Lebermoose, obgleich dieselbe eine nicht sehr artenreiche ist (man kennt etwa 600 Gattungen, deren allein das Geschlecht der Jungermannien fast 100 umfaßt, während die anderen gegen 60 Geschlechter bilden), eine große Mannigfaltigkeit der Formen und Fruchtbildungen. Die größte Einfachheit der Gestalt zeigen die Riccien (Fig. 65), kleine, aus sternförmigem, herzförmigem oder blattähnlichem, linsenförmig verdicktem Laube bestehende, ganz aus Parenchym, ohne alle Faserzellen, gebildete Pflänzchen, welche theils auf feuchtem Erdboden, theils aber auf stillen Wassern schwimmend angetroffen werden. Bei diesen erinnert die Bildung der Sporangien einigermaßen an die Tange (Seite 607), indem dieselben im Zellgewebe der Pflanze liegen. Dieselben erscheinen anfänglich als Lücken im Zellgewebe, welche mit Cytoblastem ausgefüllt sind, und innerhalb deren sich theils zahlreiche kleine, die Wandung des Sporangiums bildende, theils einige größere, dieses Sporangium ausfüllende, Zellen entwickeln (Fig. 66). Innerhalb der letzteren Zellen erzeugen sich durch Tochterzellenbildung die Sporen, je vier in tetraedrischer Stellung zusammen. Schleuderzellen fehlen hier. Eine mehr oder weniger aus der Oberfläche des Laubes hervorragende Röhre mit geöffneter Mündung dient den Sporen als Ausweg. Doch wird die Befreiung der letzteren dadurch befördert, daß das ganze Laub bei der Reife in zwei Hälften auseinanderfällt. Die Antheridien sind den Sporangien sehr ähnlich. Keimzellenhäufchen bilden sich im Zellgewebe älterer Laubstücke. Es sind kleine fleischige Massen mit

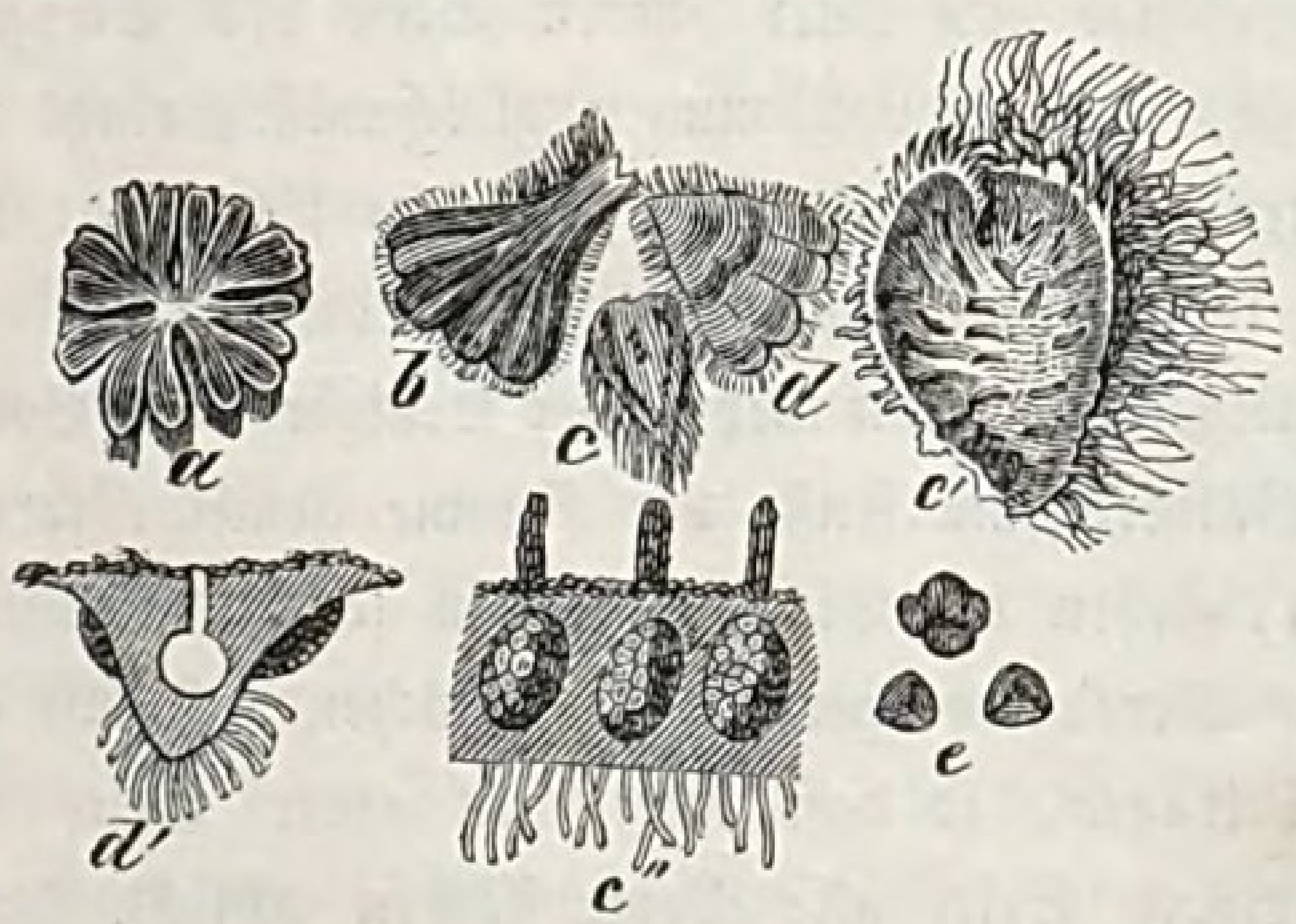
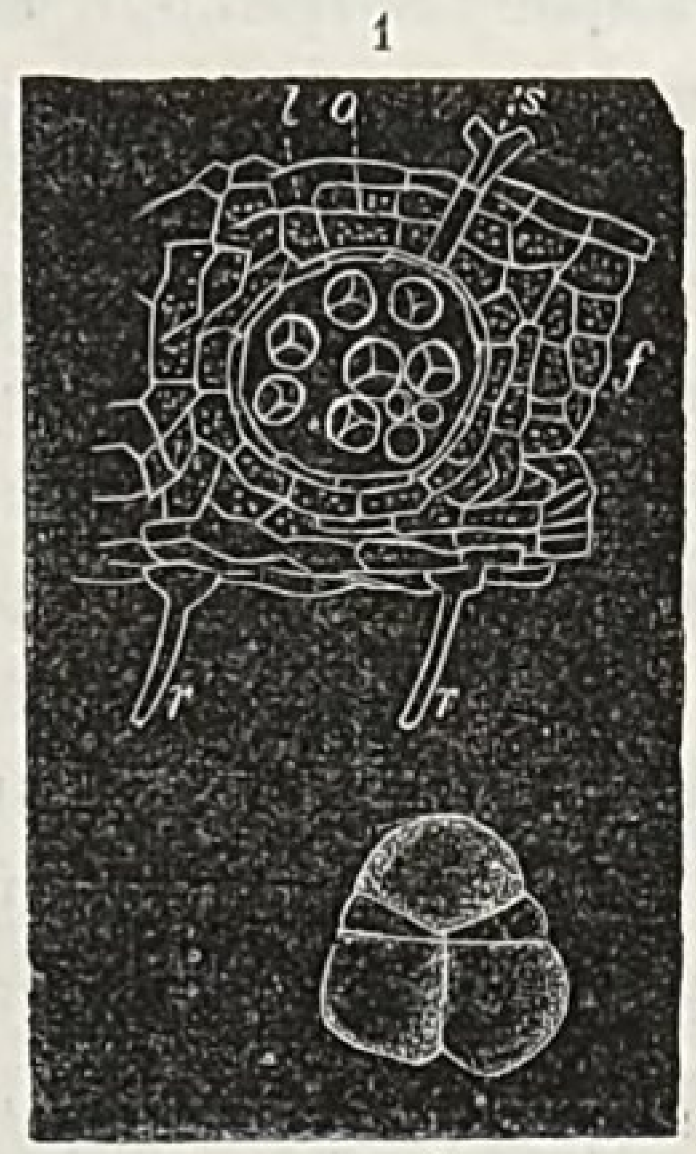


Fig. 65. Riccien. *

* *a* Sternförmiges Laub der grünen Riccie (**Riccia glauca**), natürliche Größe; *b* unfruchtbares, *c* antheridientragendes, *d* sporangientragendes Laub der Bischoff'schen Riccie (**R. Bischoffii**) in natürlicher Größe; *c'* das antheridientragende Laub, vergrößert; *c''* ein der Länge nach gelegter Durchschnitt desselben mit den Antheridien und ihren Ausführungsschläuchen; *d'* ein Querdurchschnitt durch das sporangientragende Laub, vergrößert, um die Lage eines Sporangiums zu zeigen; *e* einige Sporen, stark vergrößert.

1



2

Fig. 66. Sporangium und Sporen der grünen Riccie (**Riccia glauca**). *

* Die obere Figur ist ein senkrechter Schnitt des sporangientragenden Laubes, stark vergrößert; *f* Zellgewebe; *l* Höhlung in demselben, worin das Sporangium *o* sich gebildet hat, in welchem die Mutterzellen mit den zu dreien bemerkbaren Sporen liegen. — Die untere Figur zeigt eine Sporenmutterzelle, noch stärker vergrößert; man sieht in derselben drei Zellen, während die vierte nur theilweise sichtbar ist.

körnigem Schleime erfüllten Zellgewebes, welche sich zu neuen Pflänzchen entwickeln, sobald sie durch die Auflösung der Mutterpflanze frei werden. Das unfruchtbare, das sporangientragende und das antheridientragende Laub ist stets äußerlich durch die Form zu unterscheiden (Fig. 65, b, c, d).

Alle Lebermoose lieben Feuchtigkeit und vegetiren daher, wo sie nicht im Wasser oder auf nasser Erde wachsen, hauptsächlich in der feuchten Jahreszeit, bei uns im Spätherbste und Vorfrühling. In wärmeren Gegenden sind sie Kinder der Regenzeit, und sie gedeihen dort zahlreicher, wuchernder und mannigfaltiger. Die meisten haben ein saftreiches, üppiges Aussehen. Nur die Jungermannien, welche nicht im Boden wurzeln, nähern sich in vieler Beziehung den Flechten und können fast, wie diese, in der trockenen Jahreszeit ganz ausdörren, ohne dadurch völlig abzusterben. In der heißen Zone heften sie sich nicht allein an Baumstämme, sondern wachsen selbst auf den Blättern mancher immergrünen Pflanzen. Kälte scheinen alle Lebermoose wenig zu scheuen; man hat selbst auf der Melville-Insel im nordamerikanischen Eismeere noch zwei Arten entdeckt. Dagegen schließt Trockenheit des Klimas eines Landes sie völlig aus — aus ganz Afrika kennt man bis jetzt nicht ein Dutzend Arten, während die eine Insel Java fünfzig Arten hervorbringt.

Von fossilen Lebermoosen kennt man kaum einzelne Spuren aus der Molassenformation.

III. Klasse. Die Laubmoose.

Die meisten Pflänzchen, welche im gewöhnlichen Leben schlechthin Moose genannt werden, gehören zu derjenigen Klasse, welche man in der Botanik insbesondere mit der Benennung der Laubmoose auszeichnet. In vielen Beziehungen der allgemeinen Organisationsverhältnisse mit den Lebermoosen, zumal den Jungermannien, nahe verwandt, unterscheiden sie sich von diesen wesentlich durch die Stellung der Blätter, welche durchaus nicht mehr einen Unterschied von einer oberen Seite des Stengels und einer unteren Seite desselben zuläßt, sondern vollkommen gleichmäßig rings um denselben geordnet ist. Auch bei denjenigen Jungermannien, welche sich nicht mit der unteren Seite ihres Stengels und ihrer zweizeiligen Blätter an den Boden oder anderweitigen Befestigungsgrund anschmiegen, sondern mehr oder weniger vom Boden frei aufsteigen, wie die in feuchten Wäldern am Fuße der Bäume gemeine farrnartige Jungermannie (J. asplenioides), stehen die Blätter stets in solcher Stellung, daß dieselben in einer zweifachen Zeile übereinandergereiht ihre Flächen fast mit der Längenrichtung des Stengels parallel tragen, so daß man von einer Seite des Stengels alle Unterflächen, von der andern Seite alle Vorderflächen erblickt. Ganz anders ist es bei den Laubmoosen (Fig. 67), deren sämmtliche Blätter, einige den Lebermoosen im Wuchse ähnelnde Gattungen ausgenommen, so stehen, daß sie die eine Fläche an den Stengel legen, oder wenigstens demselben zuwenden, und denselben dabei an ihrem Befestigungspunkte mehr oder weniger rinnenförmig umfassen, wobei sie außerdem so geordnet sind, daß, von unten angefangen, jedes folgende Blättchen ein wenig weiter zur Linken (des Beschauers) und zugleich ein wenig höher steht, als das vorhergehende. Alle Blätter stellen auf diese Weise eine schnecken-



Fig. 67. Laubmoose. *

a Die grünliche Weissia (**Weissia viridula**), ein ganzes Pflänzchen; *b* das glänzende Astmoos (**Hypnum splendens**), ein Zweig; *c* das zarte Nacktmoos (**Gymnostomum tenue**), einige ganze Pflänzchen; *d* das gespreizte Torfmoos (**Sphagnum squarrosum**), ein Zweig; *e* das rosettenförmige Feuchtmoos (**Mnium roseum**), ein ganzes Pflänzchen; *f* das krausblätterige Feuchtmoos (**Mnium undulatum**), ein ganzes Pflänzchen; *g* das röthliche Gabelzahnmoos (**Dicranum rufescens**), einige ganze Pflänzchen; alle in nat. Gr.

linienförmig um den Stengel in vielfachen Windungen verlaufende Reihe dar, welche man auch bei dem kleinsten Moospflänzchen in ihrer zierlichen Regelmäßigkeit wahrnehmen kann, und welche es mit sich bringt, daß jedes Blatt je einer niederen Windung der Spiralreihe zwei Blättchen der nächst oberen Windung zugleich theilweise dachziegelartig deckt. Die Bildung der Blätter geht so vor sich, daß an der sich durch beständige Zellenvermehrung fortentwickelnden Spitze des Stengels nicht alle neu entstandenen Zellen innerhalb der Begrenzung desselben bleiben, sondern es werden einzelne, bald eine, bald mehrere über die Begrenzungsfläche vorgeschoben. Die so zuerst vorgeschobenen Zellen erzeugen die Spitze des entstehenden Blättchens. Der Zellenkern der ersten Zelle löst sich auf, es bilden sich zwei Zellenkerne, deren jeder sich mit einer neuen Zellhaut umgibt. Die vorgerücktere der so entstandenen Tochterzellen theilt sich abermals in derselben Weise und so fort. So bildet sich ein Auswuchs von einer verschiedenen Zellenzahl, z. B. beim Widerthon (Polytrichum), von 24 Zellen; dieser Auswuchs, dessen Endzelle also die jüngste ist, hört nun auf, an seiner Spitze sich weiter zu vermehren; er ist die Spitze des entstehenden Blättchens. Die weitere Entwicklung des letzteren geht nun aber nicht durch Nachschiebung neuer Zellen aus dem Stengel hervor, sondern sobald die fortwachsende Spitze des Stengels mit ihren vermehrungsfähigen Zellen von der Entstehungsstelle der vorgeschobenen Zellen weiter fortgerückt ist, so hört auch das Hervorschieben neuer Zellen aus dem Stengel auf. Dagegen in den hervorgeschobenen Zellen tritt nun ein selbstständiger, eigenthümlicher Vermehrungsprozeß durch seitliche Zellentheilung auf, welcher allemal in einer der äußersten Spitze nahe liegenden Zelle beginnt und dort auch zuerst aufhört, indem er allmählig bis zu den mit dem Stengel noch unmittelbar zusammenhangenden Zellen fortschreitet, dort aber stets endigt. Bei einem vollendeten Blatte sind also stets die Zellen der Spitze die ältesten, und ferner ist die Zellenvermehrung eines Blattes stets begrenzt, weßhalb alle Blätter nur eine bestimmte

und, Zufälligkeiten abgerechnet, stets die gleiche Größe erreichen. — Die Entwicklung der Blätter beginnt stets sehr nahe unter der Gipfelzelle des Stengelchens, z. B. beim Torfmoose (Sphagnum) an dem Punkte, wo durch die in verschiedenen Richtungen vor sich gehende seitliche Theilung der Gipfelzelle der ganze Umfang der fortsprossenden Spitze noch nicht mehr als acht Zellen enthält, während die Zahl derselben nach Vollendung des Blattes durch vielfach fortgesetzte Theilung eine außerordentlich viel größere wird. Jede jener acht Umfangszellen wird aber, von der rechten zur Linken eine der andern folgend, der Ursprung eines Blattes. So kommt es, daß man bei dem genannten Moose die Blätter in acht deutlichen Längsreihen um den Stengel geordnet findet.

Der Stengel der Laubmoose besteht aus einer parenchymatischen Rindenschicht und einer inneren Hauptmasse von lang gestrecktem Parenchym, nicht aber aus prosenchymatisch zusammengefügten Faserzellen, wie die Stengel oder Mittelrippen der Lebermoose. Die Mitte des Laubmoosstengels zeigt sogar oft ein ziemlich lockeres und wegen Mangel an Licht des Chlorophylls fast ganz entbehrendes Parenchym, welches man mit dem Namen Mark zu belegen pflegt. Derselbe wächst stets nur an einem Ende der frei von der Erde sich entfernenden Spitze, und zwar in der Weise, daß hier stets die jüngsten Zellen sich befinden und immer neue jüngere, welche sie wieder aus sich erzeugen, vor sich herschieben, während die nächst älteren stetsfort seitlich nach allen Richtungen sich theilen. Daher ist eine unbegrenzte Fortbildung des Stengels in dieser Richtung möglich — ein Umstand, in welchem ein wichtigerer Unterschied zwischen dem Stengel und den Blättern liegt, als in der Verschiedenheit der Form. Letztere ist bei den Blättern sehr mannigfaltig, bald einfach fadenartig, bald dagegen platt ausgebreitet und am Rande entweder schlicht oder mit Kerben und Sägezähnen versehen. Alle Blätter sind einfache Läppchen von Parenchym, dessen Zellen bald ziemlich symmetrisch sechseckig oder fünfeckig, oder viereckig im Querschnittte erscheinen, oder aber sehr unregelmäßig verschobene, verdrückte Formen darstellen. Ein schmales Streifchen von langgestrecktem Parenchym verläuft, aus dem Parenchym im Innern des Stengels sich scheinbar abzweigend, als Mittelrippe bis in die Spitze jedes Blättchens, oder auch, sich theilend, längs der beiden Seitenränder desselben. Wie bei den Jungermannien, sind meistens Stomate oder Spaltöffnungen auf den Blättern der Laubmoose nicht zu finden.

Jedes Moospflänzchen besitzt ursprünglich an dem unteren Theile seines Stengels ein Büschelchen von Wurzeln, welche, wie das Innere des Stengels, aus langgestreckten Parenchymzellen bestehen. Allein es ist auch jede Zelle der parenchymatischen Rindenschicht des Stengels fähig, sich nach außen und abwärts auszustrecken und durch Erzeugung neuer Zellen an ihrem freien Ende eine Wurzel zu bilden. Auf diese Weise entstehen Hülfswurzeln, welche besonders dann sich in großer Menge einzustellen pflegen, wenn, wie dies häufig geschieht, der untere Theil einer Pflanze abgestorben und in Fäulniß übergegangen ist. Auch die Mittellinie der Blätter zeigt nicht selten Zellen, welche fadenartig hervorwachsen und ganze Büschelchen von Wurzeln, und besonders die Blattspitze ist sehr geneigt, sich in Wurzelfasern zu verlängern. So kann man wirklich sagen, daß jeder Theil einer Laubmoospflanze im Stande ist, sich selber seine Wurzeln zu bilden. Ganz regelmäßig ist die Erscheinung, daß die Blätter des Moosstengels von unten herauf, sowie das Absterben

und die Fäulniß desselben fortschreitet, sich in Wurzelbüschelchen verwandeln, welche nicht selten noch deutliche Spuren ihrer früheren Blattnatur zeigen (Fig. 67, f). Bei manchen Moosen fallen auch die Blätter regelmäßig ab, und es entspringen an den früheren Befestigungspunkten derselben Wurzelbüschelchen, so daß manchmal nur an der Spitze des Stengels eine Rosette von Blättern steht. Es sind diese Umstände sehr wichtig, denn die Laubmoose sind dadurch einigermaßen unsterbliche Pflanzen, deren üppiggrüne Gipfelbüschel in dichten Rasen bei einander den feuchten Boden bedecken, dessen Feuchtigkeit sie selber erhalten und, schwammähnlich den Regen und Thau einsaugend, stets vermehren, während sich unter denselben eine immer zunehmende Masse von modernden Pflanzenstoffen, ihren eigenen abgestorbenen Stengeltheilen, mit Wurzeln und Blättern anhäuft.

Man hebe nur einen vollen Moosrasen auf dem Waldesgrunde empor, um die schwarzbraune Humuslage zu sehen, welche die Moose erzeugen, und den Geruch dieses Moders zu spüren, durch dessen langsam fortschreitende Fäulniß sie eine stete Quelle reichlicher Mengen von Kohlensäure und Ammoniak bilden, die, dem Boden durch das eindringende Wasser zugeführt, als Nahrungsstoffe für die Wurzeln der Waldbäume von so großer Wichtigkeit sind. Auch der außerordentliche Antheil, welchen die Laubmoose an der Bildung der Torflager nehmen, ist der gleichen Ursache zuzuschreiben. Auf solchem Boden, dessen überreichliche Feuchtigkeit nur wenige und geringe andere Pflanzen aufkommen läßt, ja auf solchem Boden, welcher eigentliche Wasserpflanzen wegen periodischer Austrocknung oder beständigem Mangel überstehenden Wassers nicht zu erzeugen vermag, welchen dagegen andere Landgewächse wegen zeitweiser Ueberschwemmung oder beständiger Ueberwässerigkeit nicht ertragen, da wuchern, weder durch das eine noch durch das andere vorübergehende Extrem gestört, die eigentlichen Torfmoose (Sphagnum), an ihrer gelbgrauen und graugrünen, mitunter röthlichen Färbung kenntlich, die Feuchtmoose (Mnium) und der güldene Widerthon (Polytrichum), sowie manche Astmoose (Hypnum), einen dichten, schwammigen Rasen bildend, und lagern unter sich, indem jedes Jahr ihre Vegetation sich erneut, stets wachsende Moderschichten ab, durch welche mitunter in verhältnißmäßig kurzer Zeit sehr bedeutende Torfablagerungen entstehen. Man erkennt häufig in dem Brennmateriale, welches die Bewohnbarkeit holzarmer Gegenden fast allein möglich macht, noch ganz deutlich die Spuren der Moospflänzchen, denen dasselbe seinen Ursprung verdankt. Die Torflager füllen entweder Vertiefungen des Bodens allmählig aus, und ihre Oberfläche erscheint dann eben oder eingesenkt; in diesem Falle heißen sie Tiefmoore; oder sie erheben sich in weiten Anschwellungen mehr und mehr, und bilden dann die merkwürdige Erscheinung der Hochmoore. Bei diesen letzteren bildet die vegetirende Moosdecke gleichsam einen schlauchartigen Behälter für die eingedrungenen Wassermassen des Regens und Thaues, und während auf diese Weise auch auf nicht vertieften Lagen für stets genügende Feuchtigkeit gesorgt ist, geht andererseits im Innern der angeschwollenen Masse die Fäulniß der Pflanzenstoffe unter dem Einflusse des Wassers rasch vor sich, und es entsteht ein schwarzer, flüssiger Moderbrei, welcher endlich durch die Uebermacht des Druckes die Seitendecke des Moores zerreißt, und, wie manche furchtbare Beispiele, von welchen die Geschichte uns Nachricht gibt, beweisen, als schrecklich verheerender Schlammstrom hervorbricht und sich wegstundenweit zu ergießen vermag. — Bei der

Fäulniß der Laubmoose, wie überhaupt aller Pflanzen, kommt in wesentliche Betrachtung die Zersetzung der stickstofffreien, nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden, und die der neben jenen Elementarstoffen noch Stickstoff enthaltenden Proteinsubstanzen. Die letzteren, aus welchen die innere Haut (der Primordialschlauch) der Zellen, sowie die, in den Torfmoosen (Sphagnum) in jungen Zellen ausgezeichnet erkennbaren, Zellenkerne oder Cytoblasten, die Farbstoffe u. s. w. gebildet sind, die in ihrer Mischung mehr oder weniger mit dem Eiweiß übereinstimmen und, wie dieses, Spuren auf eine noch nicht genügend ermittelte Weise beigemischten Schwefels und Phosphors niemals entbehren, gehen zuerst in Fäulniß über, bei welcher sie außer Wasser, Kohlensäure-, Ammoniak-, und Kohlenwasserstoffgas, auch Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas entwickeln, und besonders durch letztere Produkte die übeln und der Gesundheit der Menschen und Thiere nachtheiligen Düfte verbreiten, durch welche die Luft mooriger Gegenden oft meilenweit verpestet und vergiftet ist. Die Hauptmasse der faulenden Pflanzenablagerung liefern die stickstofffreien Substanzen, theils die im Zellensafte enthaltene Stärke und die in demselben aufgelösten Zucker-, Gummi-, Harz-, Oel- und Säuretheilchen, besonders aber der die Zellenhäute bildende Zellenstoff (Cellulose). Dieser letztere Stoff, nebst allen demselben isomeren Mischungen, kann, wie wir früher gesehen haben (Seite 567), so betrachtet werden, als ob derselbe neben dem Kohlenstoffe die Elemente des Wassers (Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältnisse des Gewichtes von 11 zu 79) enthalte. Daß aber die Verbindungsweise der drei Stoffe in Wirklichkeit eine andere sei, erweist sich daraus, daß bei der Fäulniß nicht ein derselben entsprechendes einfaches Zerfallen in Kohle und Wasser erfolgt, sondern einerseits Verbindungen von Kohlenstoff und Sauerstoff, nämlich: $\dddot{C}$ (Kohlensäure) und $\dot{C}$ (Kohlenoxydgas), andererseits von Kohlenstoff und Wasserstoff, nämlich CH^2 (leichtes Kohlenwasserstoffgas oder Sumpfgas) und CH (schweres Kohlenwasserstoff- oder Leuchtgas), und endlich von Wasserstoff und Sauerstoff, nämlich $\dot{H}$ (Wasser), entstehen, wobei endlich ein mehr oder minder beträchtliches Quantum von Kohlenstoff zurückbleibt. Die genannten Verbindungen entwickeln sich aus jedem Torflager — in geringerer Menge aber auch aus jedem Erdboden, in oder auf welchem auch nur die kleinsten Beimengungen von Pflanzentheilen verfaulen. Ihre Bildung geht jedoch allmählig und nicht unmittelbar, sondern nur als endliches Resultat einer, manche Zwischenstufen durchlaufenden, Reihe von Zersetzungen, vor sich. Zu solchen Zwischenstufen gehören das Ulmin und Humin, die Ulminsäure, Huminsäure, Geïnsäure, Quellsäure und Quellsatzsäure in der angegebenen Aufeinanderfolge. Von diesen zeichnet sich das Ulmin dadurch aus, daß es der Cellulose und den mit derselben isomeren Substanzen in seinem Mischungsverhältnisse höchst ähnlich ist, indem es sich nur durch ein um ²/₅ geringeres Mengenverhältniß der Elemente des Wassers unterscheidet. Die Quellsäure und Quellsatzsäure, welche in Wasser löslich sind, ertheilen den aus Mooren entspringenden Gewässern vorzugsweise die gelbbraune Farbe. — Die gänzliche Fäulniß der Pflanzenstoffe, als deren letztes Ueberbleibsel der reine Kohlenstoff des Anthracites und Graphites erscheint, vollendet sich in den Torflagern, wo die Athmosphäre, der vegetirenden Moosdecke wegen oder gar in Folge einer Versenkung des Bodens unter das Meer und dadurch herbeigeführter Ueberdeckung des Moores mit Sand-, Thon- oder Kalkschichten, ihren oxydirenden

Einfluß nicht ausüben kann, nur in Zeiträumen, für deren Dauer uns jedes Maß fehlt. Nur unter dem Einflusse des Sauerstoffes der Luft geht die Fäulniß von Pflanzenstoffen, wie dies z. B. mit den Stoppeln und Wurzeln der Ackergewächse und mit dem Stroh des Düngers geschieht, rascher und mit völliger Umwandlung alles Kohlenstoffes in Kohlensäure vor sich. — Die tieferen Theile von Torfmooren befinden sich großentheils schon in einem so vorgeschrittenen Zersetzungszustande, daß sie manchen Braunkohlen vollkommen gleichen (Seite 30). Manche Braunkohlenlager enthalten ausgezeichnete Schwarzkohlen u. s. w. Wie groß der Antheil sein mag, welchen Laubmoose in den Vorzeiten der Erde an der Bildung der Torflager genommen haben, aus deren weiterer Fäulniß die jetzigen Braunkohlen, Schwarzkohlen, Anthracite und Graphite hervorgegangen sind, darüber sind wir nicht im Stande, bestimmte Vermuthungen aufzustellen, da so zarte Pflänzchen, wie die Moose sind, durch die Fäulniß und obendrein durch die Pressung, welcher jene Torflager der Vorwelt ausgesetzt waren, natürlich spurlos zerstört werden mußten. Wenn wir aber die jetzigen Torfmoore, in denen außer den Moosen und mancherlei anderen, die Feuchtigkeit liebenden Pflanzen, auch Farrengewächse, Büsche und Baumhölzer allmählig überwachsen und begraben werden, mit den genannten Steinkohlenschichten vergleichen, in welchen oder in deren Nähe Baumwurzeln, Stämme, Zweige, Farrenwedel (Fig. 13—15) unter ganz ähnlichen Verhältnissen vorkommen, so können wir kaum zweifeln, daß die Moore der Vorwelt den jetzigen sehr ähnlich gewesen seien. Vergleichen wir sodann das Gewicht eines Kubikfußes von Moostorf mit dem eines gleichen Volumens von Steinkohle und zugleich die Kohlenstoffprozente des ersteren mit denen der letzteren, und ziehen wir dazu in Rechnung die Zeitdauer, welche unter den günstigsten Verhältnissen erforderlich ist, um nur ein geringes Torflager entstehen zu lassen, sowie die Mächtigkeit, welche in manchen Gegenden die Steinkohlenschichten besitzen, ja auch die Zahl, in welcher solche Schichten in verschiedenen Formationen und selbst in einer einzigen Formation über einander gefunden werden, so hören wir auf, das Alter der Erde nach Jahrtausenden zu zählen, da die Zahl der Hunderttausende von Jahren, welche zu solchen Bildungen erforderlich waren, unserem Vorstellungsvermögen zu groß ist.

Wir haben die Klasse der Laubmoose, dieser meistens so winzigen Pflänzchen, welche von allen Menschen mit Füßen getreten, von so wenigen weiter beachtet werden, benutzt, um auf die geologische Wichtigkeit der Pflanzen aufmerksam zu machen. Wir könnten dieselbe Klasse auch benutzen, um auf die vollendete Schönheit und die unermeßliche Mannigfaltigkeit hinzuweisen, welche in der Schöpfung, auch in den kleinsten und unscheinbarsten Geschöpfen, unbekümmert um die Aufmerksamkeit des Menschen, sich darstellt. Möge Niemand sich verdrießen lassen, mit Andacht wenigstens einmal die Moospolsterchen auf dem Dache seines Hauses, an Mauern und Felsen, an Baumstämmen und auf dem Waldesgrunde genauer zu betrachten. Bei diesen einfachen Gewächsen, welch eine Formenmannigfaltigkeit und Zierlichkeit der oft dem bloßen Auge kaum noch als die kleinsten und schlichtesten Schüppchen erscheinenden Blätter, welch eine Verschiedenheit der Zusammenstellung derselben, welch ein Wechsel der Ausbildung des Stengelchens und der Anordnung der Verzweigungen!

Der Stengel der Laubmoose zertheilt und verästelt sich nicht unregelmäßig, wie

die Mittelrippe der Marchantien, sondern stets auf eine bestimmte, bei den Jungermannien einigermaßen ähnlich vorkommende Weise. Im Allgemeinen kann man die Regel annehmen, daß unmittelbar über jedem Blättchen in der Achsel desselben, d. h. dem Winkel, welchen dasselbe mit dem Stengel bildet, ein Zweig hervorwachsen könne, indem ein Bündelchen der langgestreckten Parenchymzellen, ähnlich wie es die Mittelrippe jedes Blättchens zeigt, sich aus dem Stengel abzweigt und, mit einer Schicht des gewöhnlichen Parenchyms bekleidet, seitwärts verlängert. Ein Zweig in seinem ersten einfachsten Beginne unterscheidet sich von einem Blättchen weniger durch die Form und durch den Mangel einer Ausbreitung des Parenchyms, welche ihn rindenartig umgibt, als vielmehr durch das stets in der Richtung der zuerst vorgeschobenen Spitze fortschreitende Wachsthum. Durch dieses gleicht er völlig dem Stengel und wie dieser, ist er bedeckt mit regelmäßig angeordneten Blättchen, welche aus ihm hervorwachsen und welche an seiner Spitze so gleichzeitig mit ihm selber entspringen, daß er, wie der Stengel, für das bloße Auge nur aus den Zusammenfügungen der Blättchen selbst zu bestehen, nur durch die Vermehrung derselben zu wachsen scheint. Jeder Zweig ist eine völlige Wiederholung des Stengels selbst, und da derselbe auch im Stande ist, seine Zellen zu Wurzeln umzugestalten, so kann er selbstständig wachsen, und dies geschieht, wenn der Stengel von unten herauf abstirbt, so häufig, daß es schwer hält, von einem Moosstengelchen zu sagen, ob dasselbe ein eigentliches Stengelchen oder ein Zweiglein von einem andern, vielleicht längst vermodernden, Stengel sei. Nie findet man indessen ein Moos, bei welchem wirklich in jeder Blattachsel ein Zweig entspränge, sondern es ist dies nur in einzelnen, oft weit von einander abstehenden Blattachseln der Fall, und zwar bei den verschiedenen Moosarten in einer sehr verschiedenen Regelmäßigkeit oder Unregelmäßigkeit, sowie ferner auch die Ausbildung der Zweige eine sehr ungleiche zu sein pflegt. Manche Moose verästeln sich wenig oder gar nicht, andere haben an langen Strecken des Stengels keine oder wenige Zweige, an andern viele, sehr nahe zusammenstehende. Bald sieht man die Zweige nach allen Seiten rings um den Stengel ziemlich gleichmäßig entspringen (Fig. 67, d), bald dagegen ist die Stellung mehr eine zweizeilige (b), und Alles dieses wiederholt sich bei den aus den Zweigen des Hauptstengels hervorgehenden Zweigen zweiten Grades.

Der erste Anfang eines jeden Zweiges ist eine einzige Zelle des Stengels, aus welcher der Zweig sich eben so entwickelt, wie der Stengel selbst sich aus einer Zelle entwickelt hat. Ein Zweig ist also eigentlich ein Tochterpflänzchen, welches auf dem Stengel, als auf einer Mutterpflanze, aus einer Zelle entsprungen ist, die als Brutzelle diente. Bei den einzelligen Pflanzen (Pilzen und Algen) ist jede Bildung einer neuen Zelle eine Fortpflanzung; bei den nächst vollkommeneren Klassen gibt sich ein Unterschied kund zwischen der Vermehrung der Zellen einer und derselben Pflanze — auch wohl Wachsthum der Pflanze genannt, aber richtiger die Vermehrung derselben zu nennen — und der Fortpflanzung, d. h. Erzeugung von solchen Zellen, aus deren jeder eine ganz neue Pflanze entstehen kann. Hier haben wir nun mit einer noch größeren Mannigfaltigkeit zu thun: mit der Vermehrung der zu einer einfachen Pflanze gehörigen Zellen, d. h. dem Wachsthume eines ursprünglichen Stengels; sodann mit der Vermehrung gewisser

von diesen Zellen, welche als Brut= oder Keimzellen neuer Pflänzchen auftreten, die das einfache Pflänzchen wiederholen, und nur aus dem Grunde und nur so lange Zweige und nicht Pflanzen genannt werden, als sie ihre Nahrung nicht unmittelbar durch eigene Wurzeln, sondern aus der Pflanze ziehen, welcher ihre Keimzelle angehörte; und neben diesen zwei Vermehrungen von verschiedenem Grade findet sich die Fortpflanzung. Allein um den Zusammenhang zwischen diesen beiden verschiedenwerthigen Arten der Zellenerzeugung, welche bei den einzelligen Pflänzchen nicht unterschieden werden konnten, uns nochmals recht deutlich vor die Augen zu führen, haben wir nur nöthig, unsern Blick darauf zu richten, daß fast an jedem Theile einer Moospflanze gewisse Zellen, wie die in der Brutschicht der Soredien einer Flechte erzeugten Keimzellen, wirklich auch zur Fortpflanzung dienende Brutzellen werden und einem von der Mutterpflanze gänzlich getrennten und unabhängigen Pflänzchen den Ursprung geben können. Vorzugsweise häufig stellen solche Keimzellen sich an denselben Punkten ein, wo die Zweige zu entspringen pflegen, nämlich in den Blattachseln, und um den Gipfel des Stengels bleibt die Bildung der Blätter nicht selten ganz aus, während dicht gedrängt ein Häufchen von Brut= oder Keimzellen sich bildet (Fig. 68, a), aus denen Anfänge neuer Pflänzchen, zellige Körperchen, Brutknospen genannt, sich entwickeln. Aber auch auf der Mittelrippe der einzelnen Blätter oder an der Spitze derselben (c), kann eine Keimzelle sich zur Brutknospe entwickeln. Die Keimzellen fallen entweder von der Mutterpflanze ab, bevor sie sich weiter vermehren, oder aber sie bleiben

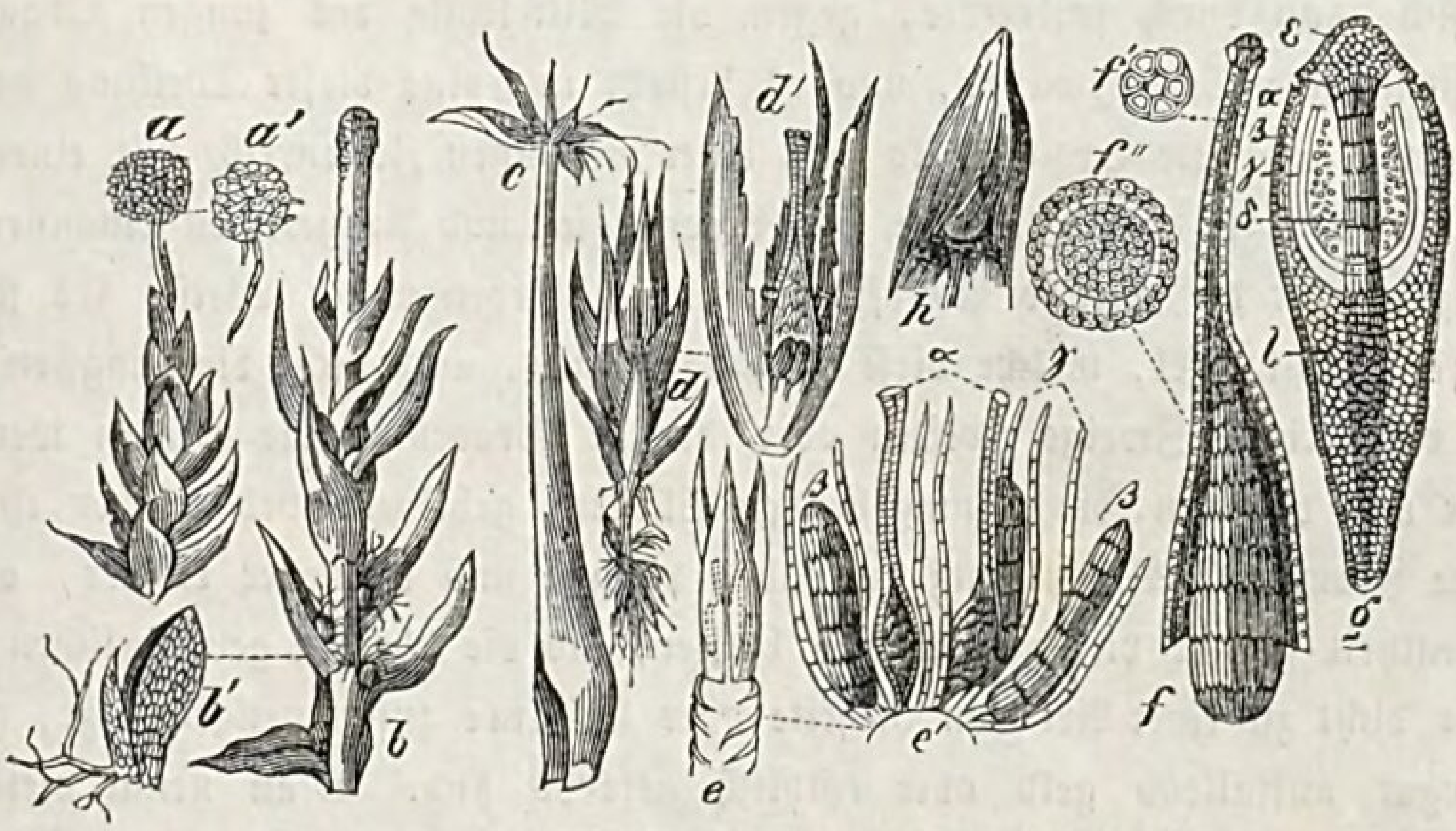


Fig. 68. Die Fortpflanzungsorgane der Laubmoose. *

* *a* Der obere Theil des Stengels vom durchscheinenden Vierzahnmoose (**Tetraphis pellucida**) vergrößert; am Gipfel befindet sich eine Brutknospenbüschel; *a'* ein Brutknöspchen, stärker vergrößert; — *b* der obere Theil des Stengels vom Sumpffeuchtmoose (**Mnium palustre**), vergrößert; der Brutknospenbüschel am Gipfel ist abgefallen, in den Blattachseln befinden sich wurzeltreibende Brutknöspchen; *b'* ein Brutknöspchen, stärker vergößert; — *c* ein Blatt vom Sprossenmoose (**Syrrhopogon prolifer**), vergrößert, mit einer Brutknospe auf der Spitze; — *d* ein Pflänzchen des engblätterigen Schirmmoses (**Splachnum angustatum**) mit Blüthenknospe; *d'* die Blüthenhülle derselben, stärker vergrößert und geöffnet, um die Sporangien, von denen eins sich zu entwickeln begonnen hat, und die Antheridien zu zeigen; — *e* der Gipfel eines Stengelchens vom Schiefmoose (**Pohlia inclinata**), vergrößert, theilweise der Blätter beraubt; die Stellung der Sporangien und Antheridien ist in der Blüthe mit Punkten bezeichnet; *e'* diese Organe im Innern der Blüthe, stärker vergrößert; α Sporangien; β Antheridien; γ Paraphysen; — *f* ein sich entwickelndes Sporangium des dreikantigen Knotenmooses (**Bryum triquetrum**), dessen Haube sich durch Losreißung vom Grunde getrennt hat; *f'* Durchschnitt durch den röhrenförmigen Gipfel der Haube; *f''* Durchschnitt durch das Sporangium und die umgebende Haube; — *g* vergrößerter Längendurchschnitt durch ein Sporangium des falschen Schirmmooses (**Systylium splachnoides**); α äußere Haut; β innere Schicht derselben; γ innere Haut; δ die Fortsetzung des Stieles, das Säulchen genannt; ε angeschwollener Gipfel desselben, den Deckel bildend; ζ der mit Zellgewebe gefüllte untere Theil des Sporangiums, Ansatz genannt, eine Anschwellung des Stieles. In der das Säulchen umgebenden Höhlung liegen Sporen; — *h* ein Sporangium vom goldenen Widerthon (**Polytrichum commune**) mit der langhaarigen Haube; nat. Gr.

*

auf ihrem ursprünglichen Platze, bis daß sie aus sich die Brutknospe hervorgebracht haben (b, b' und c), welche noch vor ihrer Trennung von der Mutterpflanze sich mit Wurzeln versieht.

Abgesehen von diesen, zur Fortpflanzung führenden eigenthümlichen Vermehrungsweisen, haben die Laubmoose, ganz ähnlich wie die Lebermoose, eine eigentliche Fortpflanzung durch Sporen, welche auch hier von Antheridien begleitet sind (Fig. 68). Die Sporen entstehen auch hier in Sporangien.

Bei manchen Arten befinden sich Sporangien und Antheridien unmittelbar in gemeinsamer Hülle beisammen, bei manchen endigen gewisse Zweige mit (männlichen) antheridientragenden, gewisse andere mit (weiblichen) sporangientragenden Hüllen, bei manchen endlich bringt die eine Pflanze stets nur Antheridien, die andere stets nur Sporangien hervor. In den ersten Entwicklungszuständen sind die Antheridien und Sporangien durchaus nicht von einander zu unterscheiden. Der Gipfel des Stengels oder Zweiges, auf welchem sie entstehen, hat die Form eines abgeplatteten Halbkugelchens. Einzelne Zellen dieses letzteren, oft viele gleichzeitig, erheben sich anschwellend als kleine Bläschen. Durch Bildung einer schief gegen die Grundfläche liegenden Scheidewand theilt das Bläschen sich, sodann erfolgt eine ähnliche Theilung der den schiefen Gipfel des Bläschens bildenden Zelle durch eine entgegengesetzt schief geneigte Scheidewand. Eine solche wechselnde schiefe Scheidewandbildung je in der obersten Zelle wiederholt sich mehrfach. Die unterhalb der sich auf diese Weise theilenden Gipfelzelle liegenden Zellen, mit Ausnahme der alleruntersten, theilen sich dann durch senkrechte, gegen die Mittellinie des jungen Organes zusammenstrahlende Scheidewände, und es besteht in Folge dieser Theilung das ganze keulenförmig gestaltete Organ bald aus einer vierfachen Zellenreihe mit einer schiefen Gipfelzelle. Bis zu diesem Punkte sind Sporangien und Antheridien einander gleich; nun aber erfolgt die weitere Ausbildung in verschiedenartiger Weise. Es sind nicht immer die Hauptgipfel, welche diese Organe tragen, auch nicht die längsten Zweige, sondern oft geringe Zweige zweiten oder dritten Grades. Die Hüllen werden unmittelbar von den den Gipfel umgebenden Blättern gebildet, welche aber eine eigenthümliche Form und Ausbildung zu haben pflegen und entweder kleiner, oder aber im Gegentheil gerade viel größer und breiter, als die übrigen gewöhnlichen Blätter, stets sehr dicht zu einer Art von Rosette oder Blume zusammengedrängt, und mitunter sogar auffallend gelb oder röthlich gefärbt sind. Man nennt diese Hüllen Moosblüthen. Bei vielen Moosen sind die Blüthen ganz zwischen den Blättern oder Zweigen versteckt (Fig. 68, d).

Die Sporangien, zu deren mehreren, bis zu zehn, die Anlagen innerhalb einer Hülle vorhanden zu sein pflegen, von denen aber fast immer nur ein einziges zur Ausbildung gelangt, sind anfangs flaschenförmig, sehr kurz gestielt und mit einer ganz angewachsenen Haube umgeben, welche auf langhalsigem, röhrenartig hohlem Gipfel eine von Zellen umgebene Mündung trägt (d' und f'). Sobald der Stiel des Sporangiums beginnt, sich zu verlängern, löst sich die Haube von dem Sporangium, zunächst am untern Theile, und reißt durch einen ringsum laufenden wagerechten Riß so in zwei Stücke, daß das untere als eine kleine becherförmige Specialhülle um den Grund des Sporangienstieles in der Hülle zurückbleibt, während das andere als eine wirkliche Haube oder Mütze (calyptra), auf der Spitze

des Sporangiums hangend, mit dem borstenähnlich sich verlängernden Stiele emporgetragen wird, wobei der Hals derselben vertrocknet und einschrumpft. Das an Größe stark zunehmende Sporangium (Fig. 69) besteht aus einer doppelten Hülle blattartigen Zellgewebes, welche den Gipfel des Stielchens umgibt; man kann dasselbe in dieser Rücksicht betrachten als einen mehrfachen Kreis von Blättchen, welche gleich beim ersten Beginne ihrer Entwicklung wegen des engen Einschlusses, in welchem sie sich bilden mußten, mit ihren Rändern zusammenwuchsen, sowie aus demselben Grunde der äußere Blattkreis auch mit den innern zu einer Hülle von mehrfachen Schichten zusammengeschmolzen wurde. Jedoch ist ein solcher Vergleich, so sehr derselbe, besonders bei dem reifen Sporangium, sich aufdrängt, kaum zulässig, da die Art der Entwicklung des Sporangium ihn gar nicht zu unterstützen, sondern eher demselben zu widersprechen scheint. Nur der bequemeren Ausdrucksweise wegen wollen wir denselben einstweilen beibehalten. Auch die Haube selbst kann man ähnlich erklären; bei den Lebermoosen sahen wir dieselbe, an ihrem Gipfel in die einzelnen Blättchen sich theilend, aufreißen. Unter den Laubmoosen zeigen die Torfmoose ganz Aehnliches, indem bei diesen, wie bei den Jungermannien, die Haube am Grunde des Sporangienstieles befestigt bleibt und am Gipfel aufspaltend, das Sporangium heraustreten läßt. Bei dem Steinmoose (Andreaea) zerspaltet sich das reifende Sporangium selbst, wie bei den Jungermannien, in vier blattartige Klappen. Bei allen übrigen Laubmoosen tritt jedoch eine solche Trennung der im Sporangium vereinigten Blätter nicht ein. Wo die letzteren um den Stiel angewachsen sind, da bilden sie eine Verdickung desselben (Fig. 68, g, ζ), den sogenannten Ansatz (apophysis). Innerhalb der von ihnen rings um den Stiel gebildeten, anfänglich ganz geringen Höhlung — also in den Achseln derselben — erzeugen sich aus dem Zellgewebe des Stieles in großer Anzahl Brutzellen, welche jedoch hier nicht zu Brutknospen, sondern zu Sporenmutterzellen werden. Jede dieser Zellen ist anfangs (Fig. 73, a) mit körnelig schleimigem Inhalte gefüllt; dieser theilt sich in vier Partieen (a′), und jede derselben umgibt sich mit einer besonderen Zellhaut (a″). Die so gebildeten Tochterzellen sind Sporen; sie tragen in ihrer Form oft noch die Spuren der gedrängten Lage, in welcher sie sich bildeten; auch sind sie häufig mit mehr oder weniger regelmäßigen Höckerchen oder anderen Verdickungen der Zellhaut versehen (c), welche entweder durch Eintrocknung einer ausgesonderten Schleimlage, oder durch Zerreißung der äußeren Zellhaut während der Bildung einer zweiten inneren und die dabei vor sich gehende Ausdehnung zu erklären sind. Die Sporenmutterzellen werden, während die Sporen sich ausbilden, völlig aufgelöst; es liegen die reifen Sporen im Sporangium rings um den Stiel, welcher hier gewöhnlich das Mittelsäulchen (columella) genannt wird, als ein staubartiges Pulver. Das Sporangium (Fig. 70) gleicht einer Büchse oder Urne, und führt auch diesen Namen (theca). Das Säulchen ist an seiner Spitze ausgebreitet und bildet einen Deckel, unter dessen Rand die eingebogenen Spitzen der im Sporangium verschmolzenen Blättchen

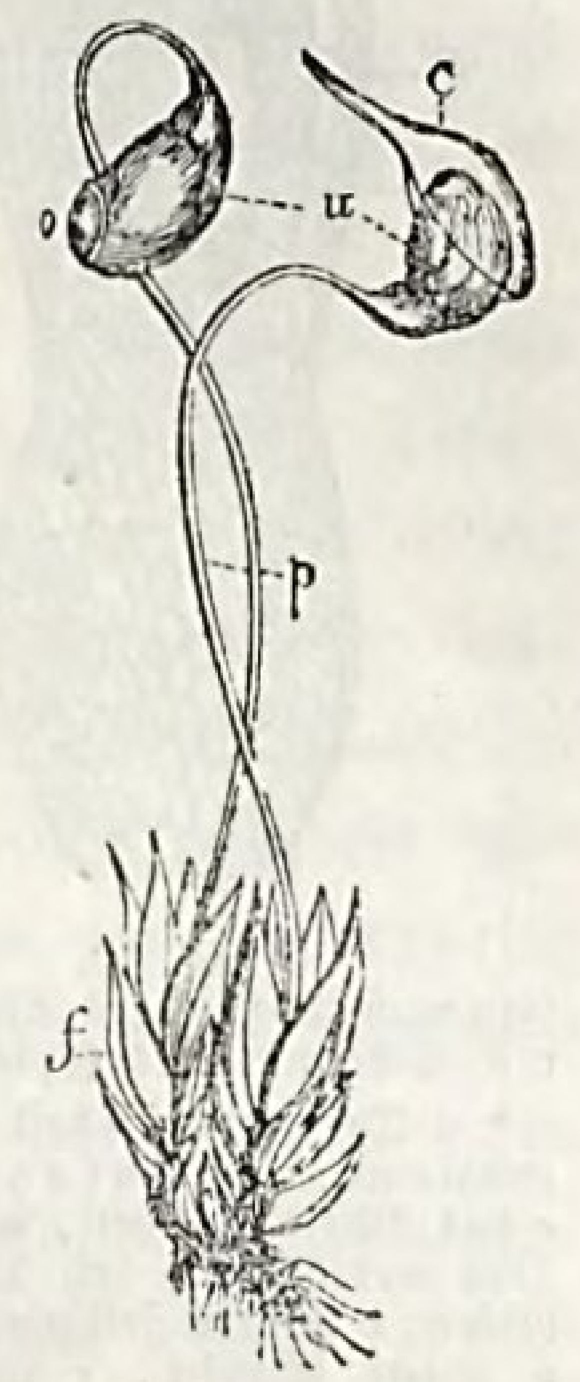


Fig. 69. Das empfindliche Drehmoos (Fumaria hygrotrica), doppelte Größe. *

* f Blätter, welche Blüthen umschließen; p Sporangienstiele (Fruchtstiele); u Sporangien; o Deckelchen; c Haube.

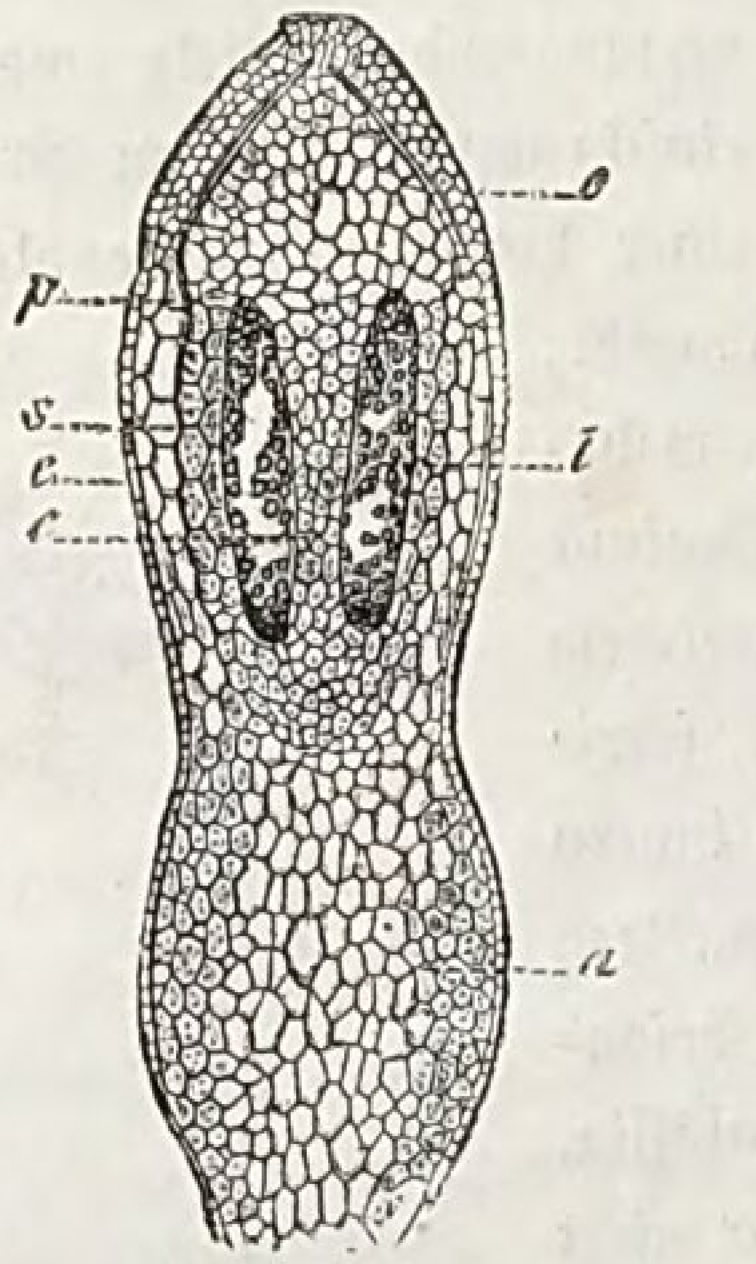


Fig. 70.
Ein noch ganz junges Sporangium des Schirmmooses (Splachnum).*

* *a* Der untere Theil des Sporangiums, der Ansatz genannt; *c* das Mittelsäulchen, welches sich oben verdickt, um den Deckel *o* zu bilden; *e* äußere Zellgewebeschicht; *p* zweite Schicht; *s* innere, die Sporenhöhlung unmittelbar umschließende Schicht; *l* Höhlung rings um das Mittelsäulchen, mit Sporen gefüllt.

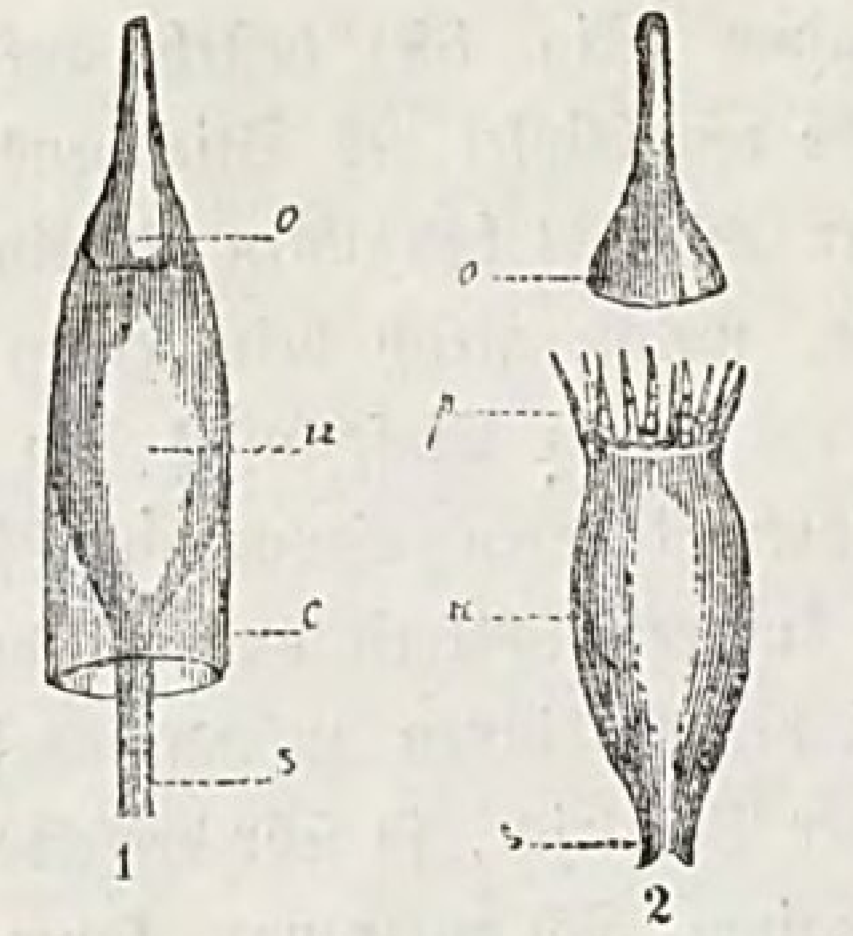


Fig. 71. Das Sporangium des gemeinen Haubenmooses (Encalypta vulgaris), 10fach vergrößert. *

* 1 Das Sporangium noch von der Haube bedeckt; 2 dasselbe nach Abfall der Haube und Lostrennung des Deckelchens; *s* Fruchtstiel; *c* Haube; *u* Urne oder Büchse; *o* Deckelchen; *p* Mündungsbesatz der geöffneten Büchse.

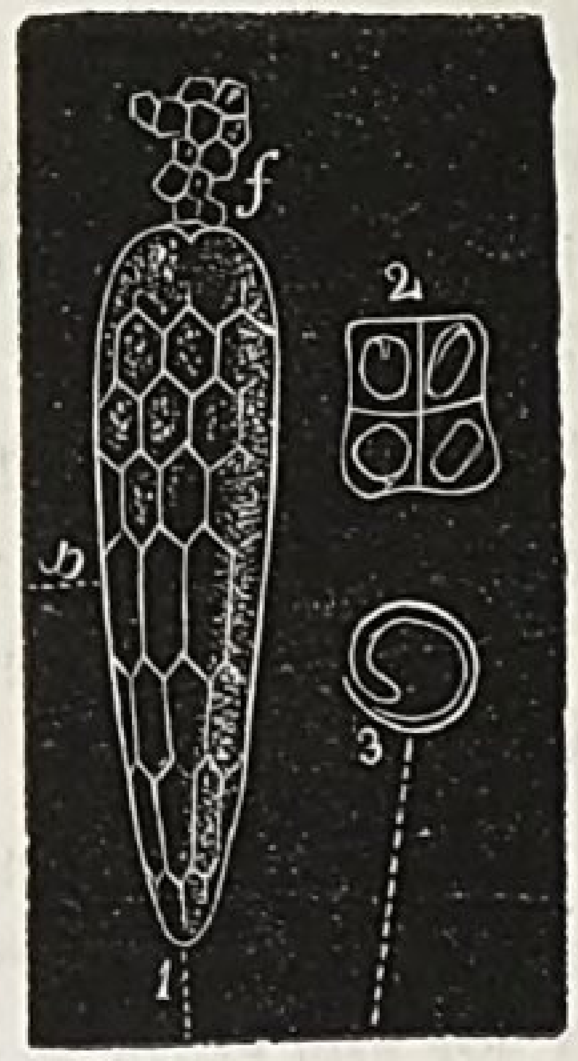


Fig. 72. Antheridie des dreikantigen Astmooses (Hypnum triquetrum). *

* 1 eine Antheridie, stark vergrößert; *a* aus Zellen bestehende Hülle derselben; *f* die Zellen, welche ihren Inhalt bilden, im Begriffe am Gipfel auszutreten; — 2 einige der letzteren Zellen, stärker vergrößert, um die darin befindlichen Spiralfadenzellen zu zeigen; — 3 eine Spiralfadenzelle, das sogenannte Samenthierchen, noch stärker vergrößert.

untergeschlagen liegen. Der Deckel ist oft mit einem schnabelartigen Fortsatze versehen. Wenn die Büchse ganz reif ist, so fällt der Deckel, sich von dem, oft fast ganz geschwundenen, Säulchen ablösend, mitunter aber auch dieses ganz mit sich nehmend, von der Büchse ab, nachdem die, bei der Ausdehnung der Büchse meistens zerrissene Haube vom Winde entführt worden ist (Fig. 71). Aus der geöffneten Büchse verstäuben dann die Sporen. Von Schleuderfäden findet sich keine Spur. Einen Ersatz dafür scheint eine andere Einrichtung zu bieten. Die, wie vorhin erwähnt, unter dem Deckelrande untergeschlagen liegenden und eingebogenen Blattspitzen, welche bei der Reife und Austrocknung meistens in schmale, haarähnliche Spitzchen zerspalten, richten sich dann auch in die Höhe, und so zeigt nun die Büchse um ihren offenen Rand, Mündung (peristoma) genannt, einen einfachen oder doppelten Besatz von 4, 8, 16, 32, 64 u. s. w. feinen Zähnchen, deren Zahl und Form für die verschiedenen Moosarten charakteristisch, aber nur mit einer Lupe zu erkennen ist. Die innerste Schicht des Zellgewebes der Büchse bleibt manchmal mehr oder weniger hautartig über der Oeffnung der Büchse zusammenhangen und heißt dann Zwerchfell (diaphragma, epiphragma). Die Zähnchen, aus ganz eingetrockneten Zellenreihen bestehend, sind hygroskopisch, d. h. sie zeigen die geringste Feuchtigkeit in ihrer Umgebung durch lebhafte Bewegungen an, welche jedoch keineswegs willkürlich sind, sondern durch die stärkere Ausdehnung der Zellen an den zunächst von der Feuchtigkeit betroffenen Punkten und daherige Krümmung hervorgerufen werden. Man kann diese Erscheinung sehr gut beobachten, wenn man den feuchten Hauch des Mundes auf ein Moosbüchschen strömen läßt. Dieselbe Erscheinung der Hygroskopicität findet sich übrigens bei allen, zumal zartfaserigen, ausgetrockneten Pflanzentheilen, wie dieses jedes Baumwollfädchen und jede Flachsfaser zeigen kann.

Der Stiel des Sporangiums und dieses selbst bekommt, wie der Inhalt desselben, bei der Reife durch Umfärbung des Chlorophylls eine braune Farbe. Anfänglich sind wenigstens die äußeren Zellenschichten vollkommen grün, und es verdient bemerkt zu werden, daß an der Büchse, besonders aber auch am sogenannten Ansatze, die äußere Zellenschicht, wie auf dem Laube der Marchantien, eine regelmäßige, dichte Oberhautdecke (epidermis) bildet, welcher sogar die Spaltöffnungen und Lufthöhlen nicht fehlen.

Die Antheridien der Laubmoose haben mit denen der Lebermoose große Aehnlichkeit, sowohl in ihrer Struktur, als auch häufig in der äußeren Form; meistens erscheinen sie kolbenartig. Sie enthalten Zellen, welche aus dem Gipfel entleert werden und aus denen mit Spiralfaden versehene Spermazellen ausschlüpfen (Fig. 72). Eine Befruchtung der Sporangien durch die Spermazellen ist zwar auch hier noch nie beobachtet, indessen sehr wahrscheinlich, indem man beobachtet, daß bei denjenigen Moosen, bei welchen Antheridien und Sporangien auf verschiedenen Pflänzchen stehen, die Sporangien nie ausgebildet und besonders niemals Sporen in denselben entwickelt werden, wenn die sporangientragenden Pflänzchen nicht mit antheridientragenden untermengt sind, oder solche nicht wenigstens in der Nähe vorkommen. Viele Paraphysen, aus fadenförmig aneinander gereihten Zellen bestehend, umgeben die, in jeder Blüthe in mehrfacher Anzahl vorhandenen Antheridien.

Die Sporangien und Antheridien scheinen als eigenthümlich und in äußerster Kleinheit entwickelte Zweiglein, aus Knospen in den Achseln der Blüthenblätter entsprungen, betrachtet werden zu müssen. Die Sporangien erzeugen in den „Achseln der zur Büchse zusammengewachsenen Blattanlagen" als Brutzellen die Sporen. Allein nicht selten sproßt anstatt ihrer aus den Blüthen ein Zweig als ein junges Pflänzchen hervor, indem die Knospe sich nicht auf die besondere, zur Bildung des Sporangium führende, sondern auf die gewöhnliche Weise entwickelte — und eine derartige Entwicklung der Antheridien ist so gewöhnlich, daß man diese Organe von manchen Moosen geradezu als Samen aussäen und zur Keimung bringen kann. Auch auf die große Aehnlichkeit, welche zwischen den Paraphysen und den Wurzeln der Moose obwaltet, verdient die Aufmerksamkeit gerichtet zu werden.

War schon die Fähigkeit aller Theile der Moospflanzen, sich durch Bewurzelung zu selbstständigen Pflanzen zu machen, sowie die Erzeugung zahlreicher Keimzellen oder Brutknospen genügend, die Vermehrung der Moospflänzchen sehr zu begünstigen, so ist die Keimung der in den Büchschen sehr zahlreich sich erzeugenden Sporen noch mehr hiezu geeignet. Die keimende Spore (Fig. 73) verlängert

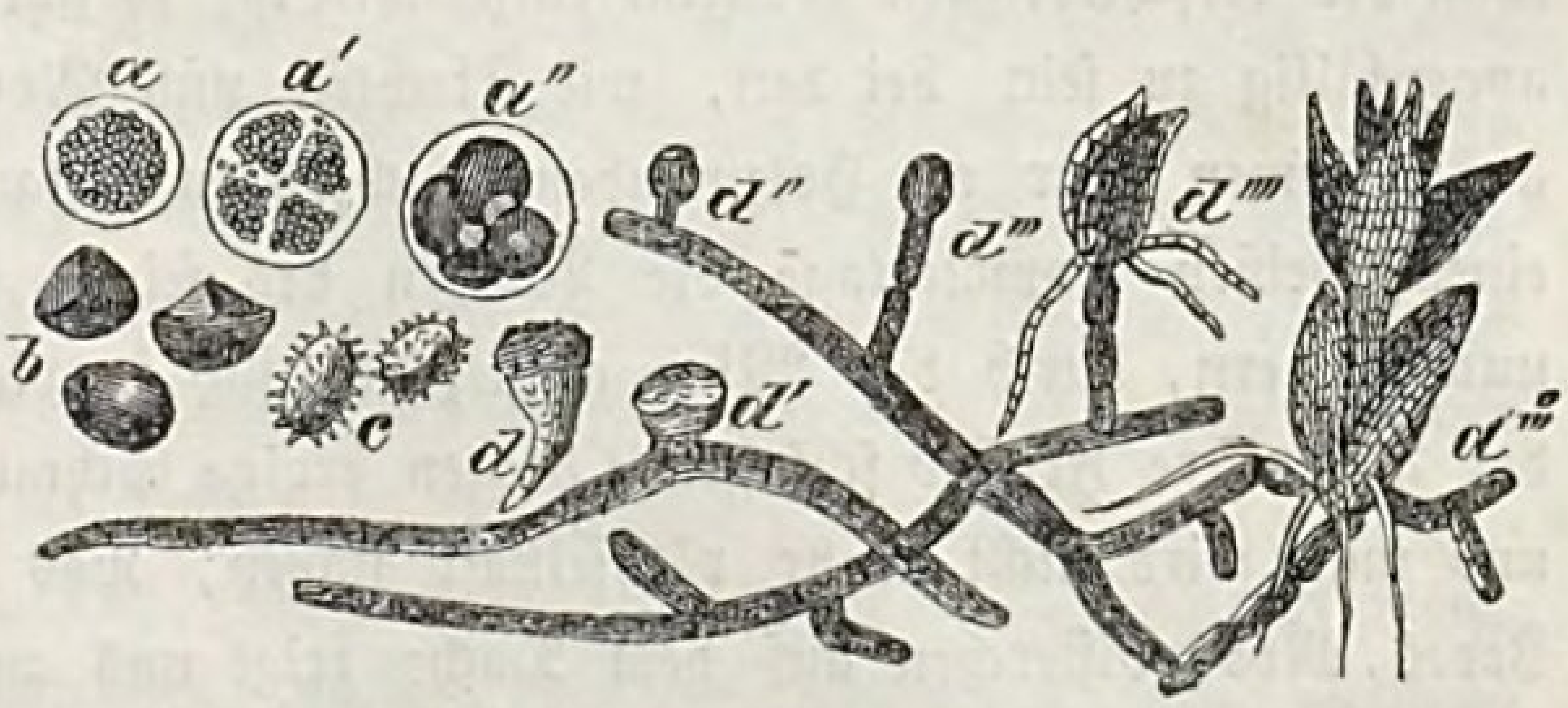


Fig. 73. Die Entwicklung und Keimung der Moossporen. *

* *a* Eine vergrößerte Sporenmutterzelle vom Haubenmoose (**Encalypta vulgaris**) mit ungetheiltem körnelig schleimigem Inhalte; *a'* dieselbe mit viergetheiltem Inhalte; *a''* dieselbe mit vier Sporenzellen; *b* vergrößerte Sporenzellen vom dichten Torfmoose (**Sphagnum compactum**); *c* solche vom Bartmoose (**Phascum serratum**); *d* keimende Spore der lanzettblätterigen Weissie (**Weissia lanceolata**; *d'* dieselbe weiter entwickelt zu einem fadenförmigen, confervenähnlichen Vorkeime; *d''* und *d'''* Zellen des Vorkeims in der Vermehrung begriffen, um Moospflänzchen zu bilden: *d''''* und *d'''''* junge Moospflänzchen. —

sich schlauchartig, indem eine Tochterzelle die Zellenhaut derselben sprengt, und diese Tochterzelle sendet nach einer oder nach mehreren Seiten neue Zellen aus, welche sich, fortzeugend, zu fadenförmigen, sich vielfach verästelnden Reihen entwickeln. Diese äußerst zarten Fäden, deren Zellen unter dem Mikroskope in ihrem wasserhellen Zellsafte zahlreiche Chlorophyllkügelchen zeigen, und welche daher dem bloßen Auge als grüne Faserchen erscheinen, verflechten sich als ein vielfaches Gewebe auf der feuchten Erde. Sie sind der **Vorkeim** der Laubmoose. Einzelne Aeste, anstatt sich zu verlängern, endigen mit einer kugeligen Zelle, innerhalb deren eine Theilung und Bildung neuer Zellen in verschiedener Richtung vor sich geht, und aus denen auf diese Weise das Parenchym eines Moosblättchens hervorgeht, an dessen Grunde sogleich neue Blättchen hervorsprossen, während einzelne Zellen sich zu Wurzelfäden verlängern. So bringt jeder Vorkeim eine Mehrzahl von Moospflänzchen hervor, welche mehr oder minder gleichzeitig aufzutreten beginnen. Daher die so gewöhnliche Erscheinung des rasenartigen Beisammenstehens sehr vieler Moospflänzchen, welches man auf der nassen Erde der Blumentöpfe im Zimmer eben so gut beobachten kann, als auf dem Waldesgrunde, auf Mauern und Dächern.

Die Zellhaut der Moose ist stets die gewöhnliche **Cellulose**, welche durch die Ausschließlichkeit, mit welcher sie bei dieser und allen folgenden Klassen der Pflanzen den genannten hauptsächlichsten Theil der festen Pflanzenmasse darstellt, den ihr insbesondere vorbehaltenen Namen des Zellenstoffes mit Recht verdient. Der Zellensaft enthält aufgelöstes Pflanzeneiweiß (Albumin) und Gummi oder diesen isomere Substanzen, und bildet so eine schleimige Flüssigkeit, in welcher Stärkemehl und durch Chlorophyll grüngefärbte Wachskügelchen, sowie fette Oeltröpfchen schwimmen. Aber auch erdige, metallische und salzartige Stoffe sind theils in den Zellenwandungen abgelagert, theils im Zellsafte aufgelöst enthalten, und diese bleiben, wenn man Moose oder den aus solchen entstandenen Torf verbrennt, als unverbrennliche **Asche** zurück. Die Pflänzchen saugen diese Stoffe als auflösliche Verbindungen mit dem Wasser ein. In manchen Fällen könnte es räthselhaft erscheinen, woher solche Verbindungen rühren möchten. Denn wenn man auch bei Pflanzen, welche auf dem Erdboden wachsen, begreiflich findet, daß dieselben mineralische Stoffe der verschiedensten Art aufnehmen, da ja der Erdboden aus der Verwitterung der verschiedensten Gesteine entstanden ist, so scheint doch die Erklärung nicht so augenfällig zu sein bei den, wie Flechten und Moose so häufig zu thun pflegen, auf Bäumen oder an Holzwänden wachsenden Pflanzen. Doch sehe man nur an einem heißen Sommertage die Wolken des feinen Staubes, welche von Straßen und Feldern, durch den Wind aufgejagt, sich in die Luft erheben; man sehe, wie der an unsere Fenster schlagende Regen erdige Schmutzflecke und Gerinne zurückläßt, und man wird nicht mehr räthselhaft finden, was sich hieraus so leicht erklärt. Jedes Moospolsterchen auf dem Dache zeigt uns auch, wie solcher Staub sich an den Moospflänzchen sammelt, und wie die Moose sich einen Erdboden zu schaffen im Stande sind, wo ihnen ein solcher nicht von vorn herein dargeboten war.

Die Laubmoose scheuen die Kälte eben so wenig, als die Lebermoose und Flechten. Sie wachsen daher in derjenigen Jahreszeit vorzugsweise und erzeugen in derselben ihre Früchte, in welcher die übrigen Pflanzen blätterlos dastehen, in welcher sie daher unter diesen genügendes Licht, und in welcher sie endlich reichliche Feuchtigkeit

finden — in den gemäßigten Gegenden im Spätherbste und im Vorfrühlinge. Auch dieser Umstand ist von Wichtigkeit. In den Wäldern verfault um diese Jahreszeiten die ganze abgefallene Laubmasse des vergangenen Sommers. Die gasartigen Produkte der Fäulniß würden großentheils in die Luft übergehen und dem Walde somit entzogen werden, wenn nicht die üppige Vegetation der Moose dieselben benutzte und dadurch an den Boden fesselte, und auf diese Weise endlich durch ihre eigene, unterhalb ihrer Rasendecke und bei stets in ihnen angesammelter Feuchtigkeit das ganze Jahr hindurch, ja bei der Wärme des Sommers vorzugsweise, vor sich gehende Fäulniß den Waldbäumen wieder zuführte. Auch aus diesem Grunde der Nachtheil des Fortnehmens der Moose aus den Forsten! — In den winterlosen Gegenden der Erde ist die Klasse der Laubmoose in viel geringerem Grade entwickelt, als in den gemäßigten. Vollkommenere, sich mächtiger entfaltende Gewächse, scheinen sie dort zu unterdrücken und durch die eigene unausgesetzte Vegetation zu verdrängen. Dagegen sind Moose selbst in den kalten Zonen in außerordentlicher Menge zu finden. Doch zeichnet sich die Klasse weniger durch große Zahl verschiedener Arten aus, deren man bislang nicht ganz 2000 kennt, als vielmehr durch die, allen Ziffern sich entziehende, Menge der Einzelpflänzchen (Individuen).

Erkennbare Ueberreste von Laubmoosen sind nur aus tertiären Formationen bis jetzt aufgefunden worden. Dennoch kann man nicht zweifeln, daß dieselben auch in früheren Perioden der Erde vorhanden, ja, allem Anscheine nach viel vorherrschender und bedeutender waren. In ihrer Entwicklung durchlaufen sie die Stufe der Fadenalgen, mit denen man die Vorkeime der Moose leicht verwechselt. In vielen Beziehungen die Lebermoose, besonders die Marchantien, an Vollkommenheit übertreffend, stehen sie andererseits durch den Mangel eines wahren Prosenchyms und der Spaltöffnungen im Zellgewebe der Blätter auffallend hinter denselben zurück.

IV. Klasse. Die Zapfenmoose. (Lycopodiaceen.)

Die Klasse der Zapfenmoose ist eine von denjenigen, deren wahre Bedeutung bei ausschließlicher Betrachtung der gegenwärtigen Pflanzenwelt durchaus nicht erkannt werden kann. Es ist eine von denjenigen Gruppen von Geschöpfen, welche in den Vorzeiten der Erde als Vorläufer mehrerer, gegenwärtig blühender und durch die verschiedensten Merkmale weit getrennter Klassen, die Merkmale dieser in sich vereinigend, den Höhenpunkt ihrer Entwicklung erreichten und nur noch spärlich in der jetzigen Periode vertreten erscheinen.

Die Bärlappmoose (Fig. 74), mit dünnem, schlangenförmig langgestrecktem, am Boden kriechend wachsendem Stengel, welcher dicht mit lanzettförmigen, meistens in eine feine, borstenähnliche Spitze auslaufenden Blättern besetzt ist, geben allein in den gemäßigten Erdstrichen jetzt noch ein Bild von der Organisation dieser merkwürdigen Gewächse. Die Stengel gleichen dicken Moosstengeln, die Blätter stehen an denselben in Spirallinien; reißt man die Blätter ab, so erkennt man diese Linien sehr deutlich, denn unter jedem Blatte ist der Stengel ein wenig angeschwollen, so daß das Blatt auf einem dreieckigen oder rautenförmigen, nach unten sich

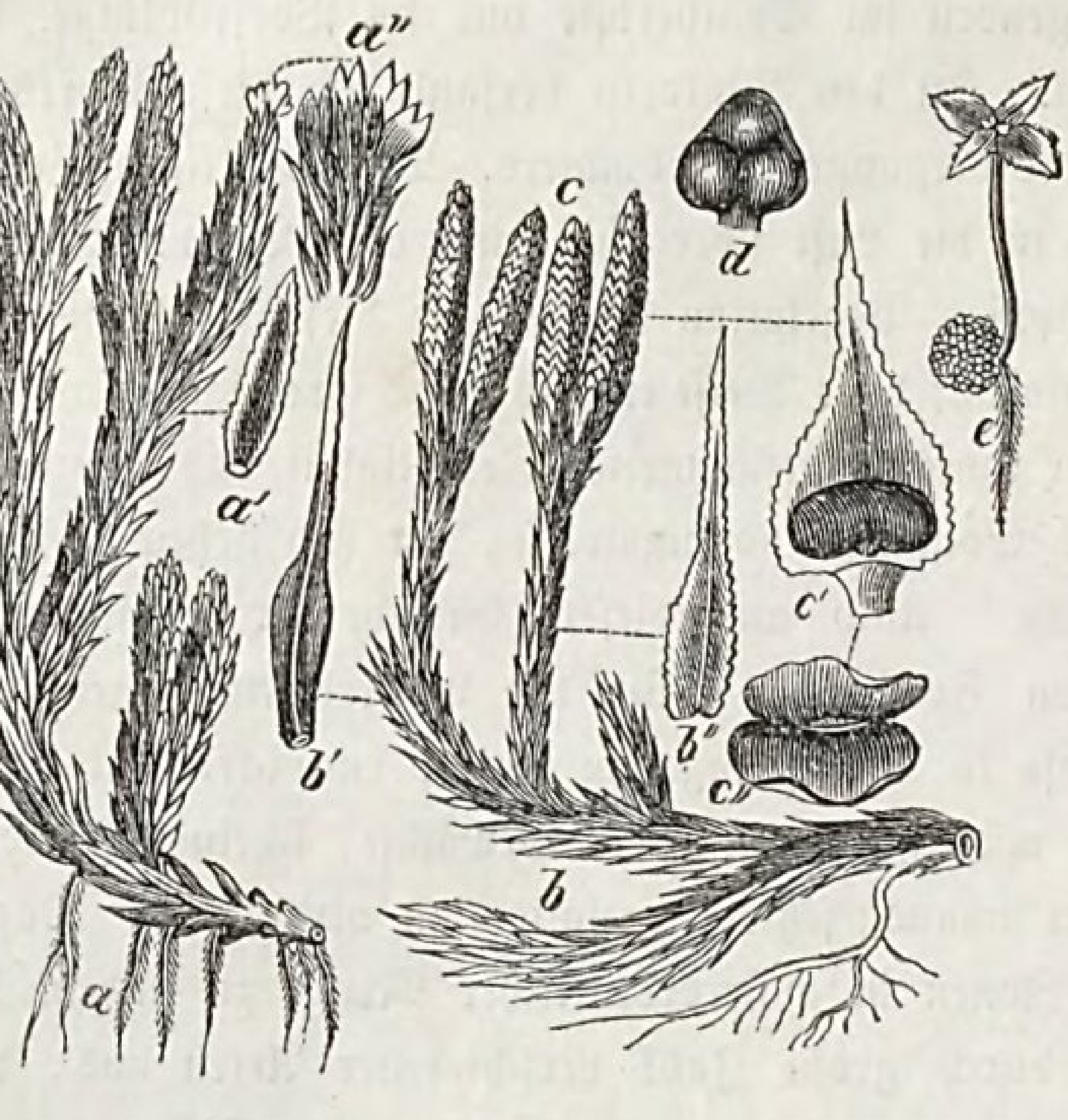
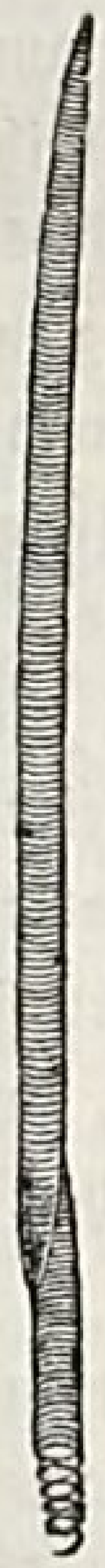


Fig. 74. Die Zapfenmoose und ihre Fortpflanzung. *

* *a* Ein Stück des Tännelbärlappmooses (**Lycopodium selago**); natürliche Größe; *a'* ein Blättchen vergrößert; *a''* der Gipfel eines Astes mit einer Knospe; *b* ein Stück des Schlangenbärlappmooses (**Lycopodium clavatum**) *b'* ein Blatt vom Stengel; *b''* ein Blatt des Fruchtstieles; *c* die Fruchtzapfen; *c'* ein Blatt des Fruchtzapfens mit einer Frucht; *d* eine der unteren vierknöpfigen Früchte des Schweizerbärlappmooses (**Lycop. helveticum**) vergrößert; *e* eine Spore vom gezähnelten Bärlappmoose (**Lycop. denticulatum**) mit dem aus ihr gekeimten Pflänzchen, vergrößert; der Vorkeim ist in der Spore verborgen.

lang ausspitzenden Höckerchen steht, welches mit der durch den Abriß des Blattes entstehenden Narbe zurückbleibt und die Stelle des letzteren bezeichnet. Eigentliche Zweige, welche aus Achselknospen über den Blättern entspringen, sind bei den meisten Arten nur wenige oder gar keine vorhanden. Dagegen setzt sich das Wachsthum des Stengels, welcher, wie bei den Laubmoosen nach einer Richtung unbegrenzt fortwächst, häufig nicht einfach, sondern gabeltheilig fort, indem die vermehrungsfähigen Zellen an der Spitze sich in zwei Gruppen theilen. Seiner ganzen Länge nach entwickelt der Stengel auf der der Erde zugewandten Seite Wurzeln und ernährt sich somit, trotz dem von unten nach oben fortschreitenden Absterben.

Das Gewebe dieser Pflanzen besitzt weit größere Vollkommenheit, als bei den übrigen Moosen. Alle Theile derselben sind durch eine gleichmäßige Schicht eigenthümlicher Zellen mit einer wahren Oberhaut bekleidet, und auf beiden Flächen der Blätter, der oberen, wie der unteren, entdeckt man unter dem Mikroskope häufige Spaltöffnungen, welche mit Lufthöhlen in Verbindung stehen. Unter der Oberhaut bestehen die Blätter aus mehreren Lagen ziemlich rundzelligen Parenchyms. Der Stengel besteht seiner Hauptmasse nach aus regelmäßigem Parenchym, dessen Zellen durch mehrfache Verdickungsschichten ihrer Zellhaut eine große Festigkeit besitzen. Die Mitte desselben umschließt sehr langgestreckte Faserzellen, welche hier großentheils so zusammengefügt sind, daß sie zusammenhangende Fäden darstellen. Ja, diese zusammenhangenden Faserzellen haben sogar häufig da, wo sie sich berühren, ihre Zellenhaut durch eine Auflösung, deren Ursache man nicht kennt, verloren, so daß ein unmittelbarer Zusammenhang ihrer inneren, röhrenförmigen Höhlung stattfindet. Derartige, zu Röhren vereinigte Faserzellen (Fig. 75) nennt man Gefäße, weil man dieselben früher für Organe ansah, welche, wie die Blutgefäße der Thiere, die Verbreitung der Säfte in der Pflanze vermittelten. Weiß man gleich gegenwärtig, daß diese Vermittlung nur theilweise und in beschränkterem Maße stattfindet, ja, daß die Gefäße in den ganz ausgebildeten Organen der Pflanzen sogar saftleer und mit gasförmigen Stoffen — sei es atmosphärische Luft, oder seien es Gase, welche in der Pflanze ausgeschieden werden — erfüllt zu sein pflegen, so ist nichts destoweniger die Beförderung der Saftverbreitung durch die sich bildenden Gefäße in den noch jungen Organen vermuthlich eine sehr wichtige, indem wir in allen vollkommeneren



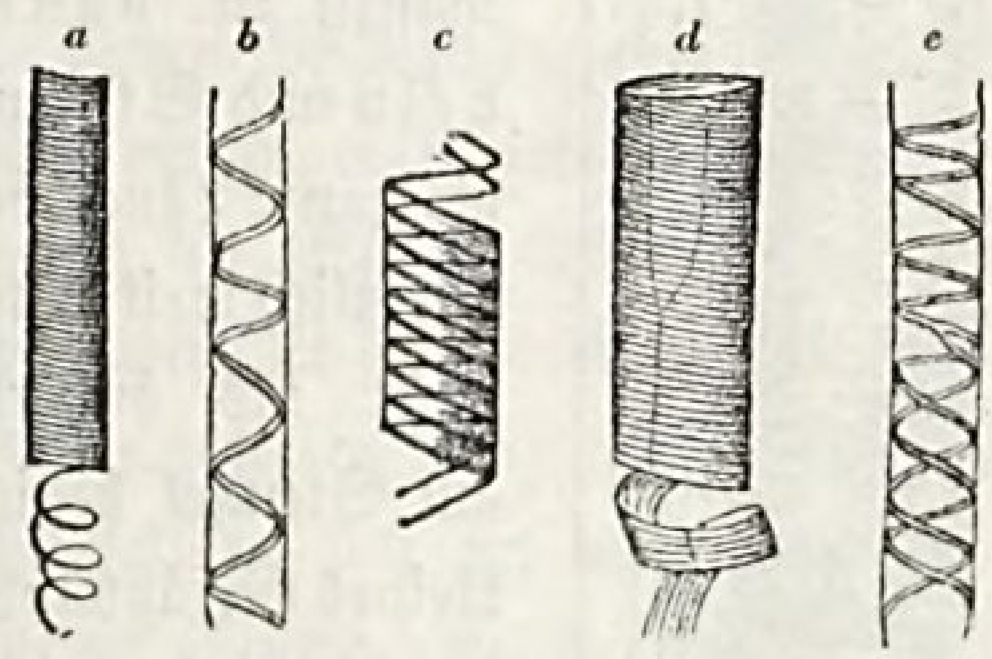


Fig. 76. Spiralgefäße.*

* *a* Einfaserig mit ungetrennter Spiralleiste; *b* einfaserig mit gestreckter Spiralleiste; *c* zweifaserig; *d* vielfaserig; *e* unregelmäßig, im unteren Theile einfaserig, im oberen zweifaserig.

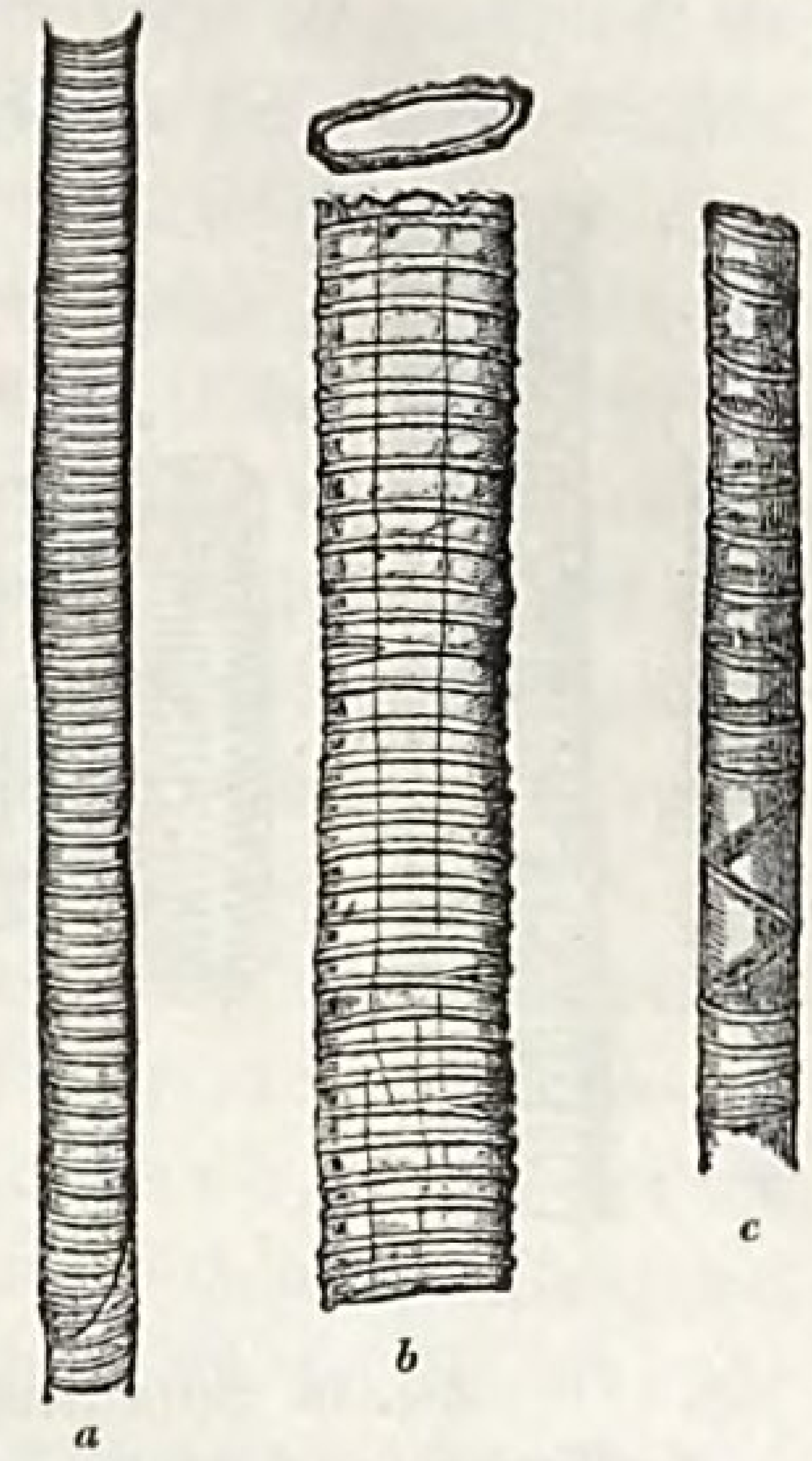


Fig 77. Ringgefäße. *

* *a* Regelmäßig; *b*, *c* unregelmäßig.

Fig. 75. Faserzellen zu einem Gefäße vereinigt. *

* Wir bedienen uns, zur Erläuterung der verschiedenen Formen von Gefäßen, welche bei vollkommneren Pflanzen vorkommen, einiger Abbildungen, welche von der Rose (75 und 76, *a*), vom Kürbis (76, *b*), vom Pisang (76, *c*, *d*), von der Runkelrübe (76, *e*), von der Balsamine (77), vom Weinstocke (78, *a*, *b* und *d*) und vom Königsfarren (78, *c*) genommen sind.

Pflanzen stets Gefäße antreffen, und in um so erheblicherer Menge, je entwickelter die Organisation einer Pflanze ist, während andererseits die unvollkommeneren Pflanzen, sowie die frühesten Entwicklungszustände der vollkommeneren, keine Spur von Gefäßen, sondern höchstens, als unentwickelte Anlage zu solchen, langgestreckte oder Faserzellen enthalten — ein Umstand auf welchem die Eintheilung der Pflanzen in Zellenpflanzen [Pilze, Algen, Meermoose, Lebermoose und Laubmoose] und Gefäßpflanzen [Zapfenmoose, Farren und alle Samenpflanzen] beruht. Die Spiralfaserzellen in den Marchantien und in einigen Theilen der Jungermannien haben mit Gefäßen schon eine ziemliche Verwandtschaft. Wie bei jenen, bildet sich auch in den ächten Gefäßen durch verdickenden Absatz der Cellulose an der inneren Fläche der Zellenwandungen und gleichzeitige Längenausdehnung der Faserzellen eine spiralig verlaufende Leiste oder mehrere solche, deren Streckung ferner äußerst verschieden sein kann, oder bei minder stetig und gleichmäßig vor sich gehender Ablagerung der Verdickungen ein mannigfaltiges Netzwerk von unvollkommenen Spiralen oder von Ringen, welche endlich in vielen Fällen stellenweise zusammenhangen und so oft nur schmale, kürzeren oder längeren knopflochartigen Schlitzen, oder auch runden Punkten oder Löchern ähnliche Zwischenräume der einfachen und zarten Zellenmembran zwischen sich lassen. Es entstehen auf diese Weise vielerlei verschiedene Gefäße, welchen man, in der Meinung, daß diese Verschiedenartigkeit, deren wahre Ursache man unter dem Mikroskope lange nicht zu erkennen vermochte, von erheblicher Bedeutung sei, die charakteristischen Benennungen von Spiralgefäßen (Fig. 76) (einfaserigen a, b; zweifaserigen c; vielfaserigen d, regelmäßigen und unregelmäßigen e), Ringgefäßen (Fig. 77, a, b, c), netzförmigen (Fig. 78, a), gestreiften (b), treppenartigen (c) und punktirten oder getüpfelten (d) Gefäßen beilegte. Im Stengel der Zapfenmoose trifft man vorzugsweise netz=

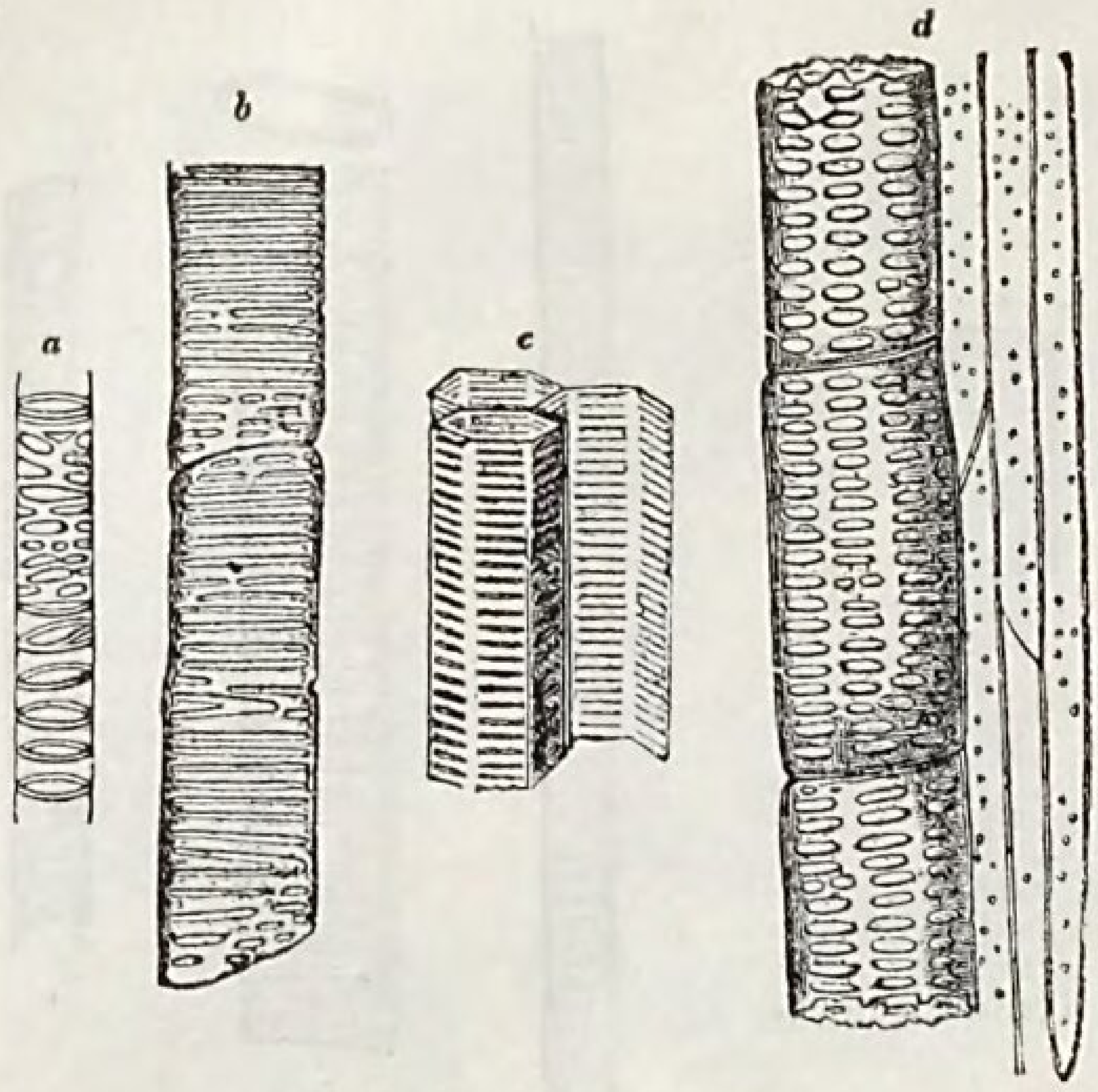


Fig. 78. Verschiedene Gefäße. *

* a Netzförmig; b gestreift; c treppenartig; d getüpfelt.

und treppenförmige, sowie auch Ringgefäße, und zwar verlaufen ihrer viele durch zwischenliegende Prosenchymmassen zu bandförmigen Bündeln und Strängen vereinigt durch die ganze Länge desselben (Fig. 82, a). Ziemlich weit unterhalb jedes Blattes, tiefer als äußerlich das Höckerchen am Stengel beginnt, zweigt sich ein kleines Gefäßbündelchen aus der Mitte des Stengels ab und nähert sich mehr und mehr dem Umfange, um in das Blatt einzutreten, in welchem dasselbe bis zur Spitze verläuft.

Die Achselknospen bilden sich bei manchen Lycopodiaceen etwas fleischiger aus, als sie gewöhnlich zu sein pflegen, und trennen sich als Brutknospen, um neue Pflänzchen zu erzeugen, vom Stengel. In diesem Falle pflegen sie von einigen breiteren und längeren Blättern, wie von einer Hülle umgeben zu sein (Fig. 74, a').

Die Fortpflanzungsorgane erscheinen bei dieser Klasse ganz als eigenthümlich ausgebildete Achselknospen. Sie stehen entweder in den Blattachseln der gewöhnlichen Zweige, oder aber theils in diesen, theils in solchen von eigenthümlich geformten Fruchtzweigen, oder auch nur in den letzteren. Die Fruchtzweige sind am Grunde einfach, langgestreckt und nur mit vereinzelteren Blättern von etwas besonderer Form (Fig. 74, b'') besetzt, theilen sich sodann einfach- oder zweifachgabelig und endigen mit zapfenförmigen Aesten. An diesen Aesten (c) stehen kurze, breitere Blätter (c') sehr dicht gedrängt und decken sich dachziegelartig, ganz wie die Schuppen eines Tannenzapfens. Es finden sich zweierlei kapselartige Behälterchen, von welchen man jedoch bei einigen Arten von Zapfenmoosen erst die eine oder andere entdecken konnte, während bei andern beiderlei Formen vorkommen. Beide sind bei ihrer Entwicklung zellige Häufchen, welche einzeln in den Achseln der Blätter stehen und an letztere selbst angewachsen sind. Die äußeren Zellen dieser Häufchen bilden, sich vermehrend, eine Kapselhülle von bald platt eiförmiger (Fig. 74, c), bald vierknöpfiger (d) Gestalt, während die vier innersten Zellen jede in sich entweder eine größere Zahl von kleineren Zellen, oder aber eine große Zelle in ihrem Zellsafte erzeugen. Die kleineren Zellen entwickeln sich in der Regel in den eiförmigen Kapseln, welche in Blattachseln des Fruchtzapfens oder doch in der Nähe des Gipfels der Zweige stehen; die großen Zellen dagegen finden sich in den weiter unten an den Fruchtzweigen stehenden vierknöpfigen Kapseln, deren Form sie selber hervorrufen. Letztere sind sowohl der Größe nach, als auch in der Art und Weise, wie sich aus ihnen das junge Pflänzchen entwickelt, von den Sporen der Laubmoose beträchtlich abweichend, dennoch aber als Sporen zu betrachten. Sie haben bei einigen Arten wohl 1/10 Linie im Durchmesser und sind daher dem bloßen Auge gar wohl bemerkbar, mit dicker, höckerig eingetrockneter Schleimschicht überkleidet und innerlich

mit einem an Oeltröpfchen reichen Zellsafte gefüllt. Man nennt sie gewöhnlich die „großen Sporen" der Zapfenmoose. Die kleinen Zellen der andern Kapseln werden im Gegensatze zu ihnen „kleine Sporen" genannt, indem man sie lange ebenfalls für Sporen hielt, wozu man sich um so mehr berechtigt glaubte, als sich aus ihnen mitunter junge Pflänzchen entwickeln. Jedoch ist solches auch bei den Antheridien der Laubmoose in einzelnen Fällen beobachtet worden, und für Antheridien haben wir auch die kleinen Sporen der Zapfenmoose zu halten; nur verkannte man sie lange, weil sie erst, nachdem sie aus den zweiklappig aufspringenden Kapseln auf den Boden gefallen sind, ihre volle Ausbildung erreichen. Es saugen dieselben dann Feuchtigkeit in sich ein und erzeugen sodann in ihrem Zellsafte eine große Zahl von kleineren Zellen, welche endlich hervorplatzen und deren jede wieder in sich eine spiralig zusammengekrümmte, fadenförmige Spermazelle enthält. — Die „großen" oder eigentlichen Sporen haben eine Keimungsweise, welche von der Keimung der Laubmoose erheblich abweicht. Es bildet sich nämlich in denselben, der Wandung angeschmiegt, eine flache linsenförmige Zelle (ähnlich wie bei Fig. 84, g), welche durch Theilung sich vermehrt und in ein Zellenhäufchen verwandelt (Fig. 84, h), über welchem die Sporenhaut aufplatzt. Eine Zelle in der Mitte des neugebildeten Zellenhäufchens, des innerhalb der Spore gebildeten Vorkeimes, entwickelt sich vorzugsweise kräftig, nachdem die es bedeckenden Zellen über ihm auseinandergewichen sind und eine offene Lücke gebildet haben. In dieser bevorzugten Zelle, der Keimzelle des Vorkeimes, werden viele neue Zellen gebildet (Fig. 84, i); es entsteht ein zelliges Körperchen, und dieses entwickelt sich, durch fortwährende Vermehrung seiner Zellen, besonders aber stets in abwechselnder Richtung durch schiefe Scheidewände vor sich gehende Theilung der Gipfelzelle zu einem neuen Zapfenmoospflänzchen (ähnlich wie bei Fig. 84, k), welches dann aus der Spore hervorbricht und aus seinem unteren Theile ein seitenständiges Würzelchen erzeugt (Fig. 74, e). Mitunter werden zwei Keimzellen innerhalb des Vorkeimes einer Spore ausgebildet, und in Folge dessen wachsen aus einer solchen Spore dann zwei neue Pflänzchen hervor. — Eine Befruchtung des die großen Sporen erzeugenden Kapselchens findet bei den Zapfenmoosen jedenfalls nicht statt; die Sporen werden ohne eine solche gebildet. Dagegen hat man Grund zu der Vermuthung, daß die Spermazellen aus den Antheridien, den sogenannten „kleinen Sporen," die mit ihrer Ausschüttung gleichzeitig gebildete Keimzelle des Vorkeimes in den großen Sporen durch die über ihr geöffnete Lücke befruchten, wozu ein gemeinsam beiderlei „Sporen" befeuchtendes Thautröpfchen am Erdboden leicht die Gelegenheit geben kann. Bei der Klasse der Wurzelfarren werden wir sogleich einen ähnlichen Vorgang noch specieller kennen lernen.

Man kennt gegenwärtig etwa 200 Arten von Zapfenmoosen, meistens dem Geschlechte der Bärlappe (Lyopodium) angehörend. Die bei uns einheimischen Arten, etwa 12, sind alle kleine, kriechende Pflanzen, aus welchen man in Schweden Vorzimmermatten zur Reinigung der Füße flicht, während man in andern Gegenden, mit fast vergessenem Aberglauben, Kränze aus denselben windet, die, an der Decke des Zimmers aufgehängt, durch die hygroskopische Eigenschaft des ausgetrockneten Zellgewebes, bei jeder Veränderung im Feuchtigkeitszustande der Luft sich rühren und daher die sogenannte „Unruhe" bilden. Das Kraut einiger Arten kann zum

Gelbfärben benutzt werden. Die staubartig feinen Sporen einiger einheimischer Gattungen liefern das sogenannte Hexenmehl, Blitzpulver oder Wundmehl (semen Lycopodii) der Apotheken.

In den heißeren Gegenden der Erde sind die Zapfenmoose zahlreicher und erreichen eine beträchtlichere Größe. Auf Sumatra findet sich sogar eine ungeheure, baumartig vom Boden emporwachsende Art. Diese allein kann noch einen Vergleich gewähren mit den kolossalen Zapfenmoosen, deren Ueberbleibsel in der Uebergangs= und Steinkohlenformation so häufig waren und vereinzelter in allen späteren Formationen das allmählige Aussterben dieser Riesengewächse ankündigen. Insbesondere sind hieher zu rechnen die Lepidodendren (Fig. 79 und 80), deren vielfach gabeltheilige Stämme, in Kohle verwandelt, theils noch von deutlichen Spuren schmaler, lanzettförmiger Blätter begleitet, theils an den auf dreieckigen oder rhomboidalen Höckern befindlichen und oft noch die Poren der Gefäßbündel zeigenden Blattnarben erkenntlich sind, und deren Stämme einen Fuß im Durchmesser erreichten. Man hat die Zweige derselben mit ganz wohl erkennbaren Fruchtzapfen gefunden. Auch die Stigmarien (Fig. 81) gehörten, allem Vermuthen nach, zu dieser Klasse; doch hatten dieselben einen abweichenden Wuchs. Es finden sich theils einzelne Zweigstücke mit Blättern und mehr oder weniger erkennbaren Blattnarben, theils aber eigenthümliche holzige Scheiben, von 2 bis selbst 4 Fußen im Durchmesser, welche in der Mitte vertieft, auf der Unterseite mit Spuren von Wurzeln versehen und am Rande herum zu zahlreichen, nach allen Richtungen ausgestreckten Zweigen ausgewachsen sind. Die Zweige theilen sich gabelig.

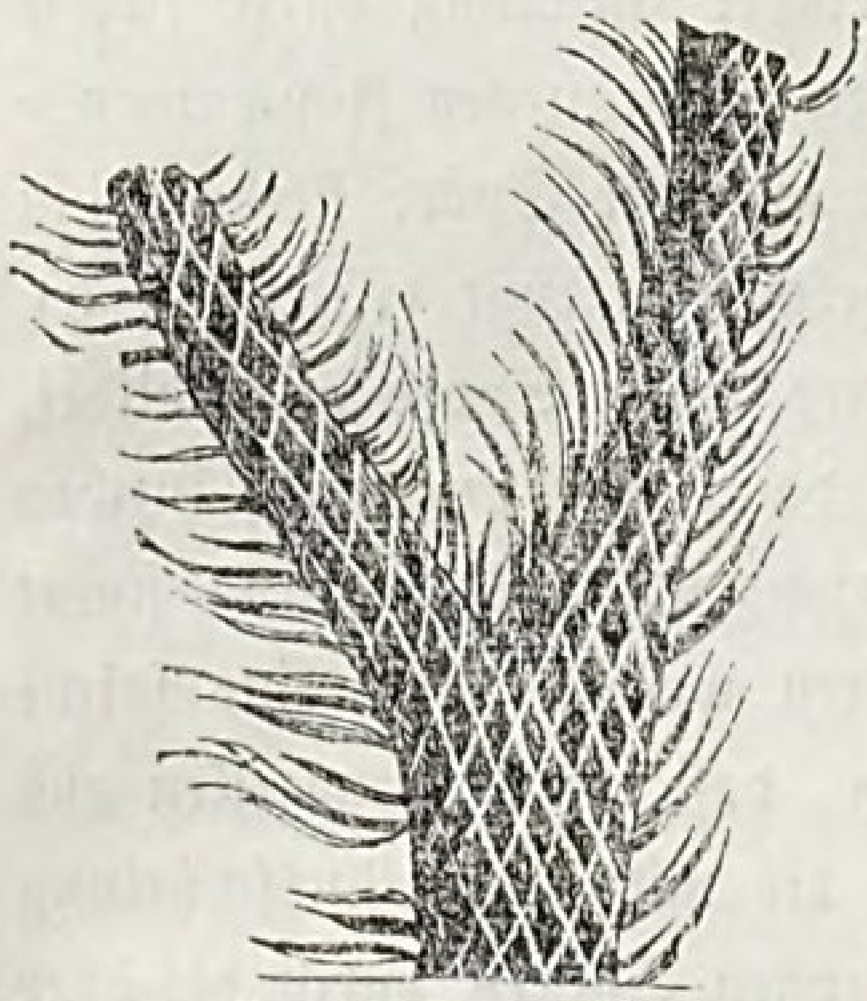


Fig. 79. Bruchstück vom Stamme eines baumartigen Zapfenmooses: **Lepidodendron elegans** aus der Steinkohlenformation; 1/6 d. nat. Gr.

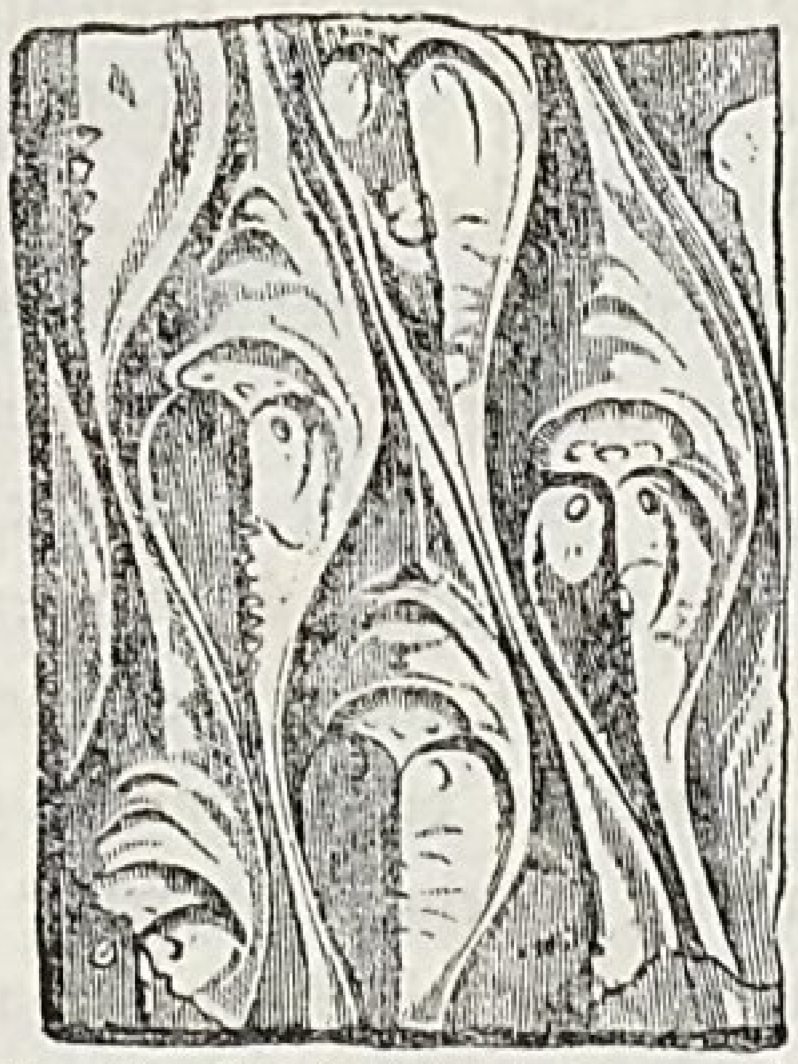


Fig. 80. Ein Stück des Stammes von **Lepidodendron crenatum** aus der Steinkohlenformation, mit Blatthöckern und Blattnarben; nat. Größe.

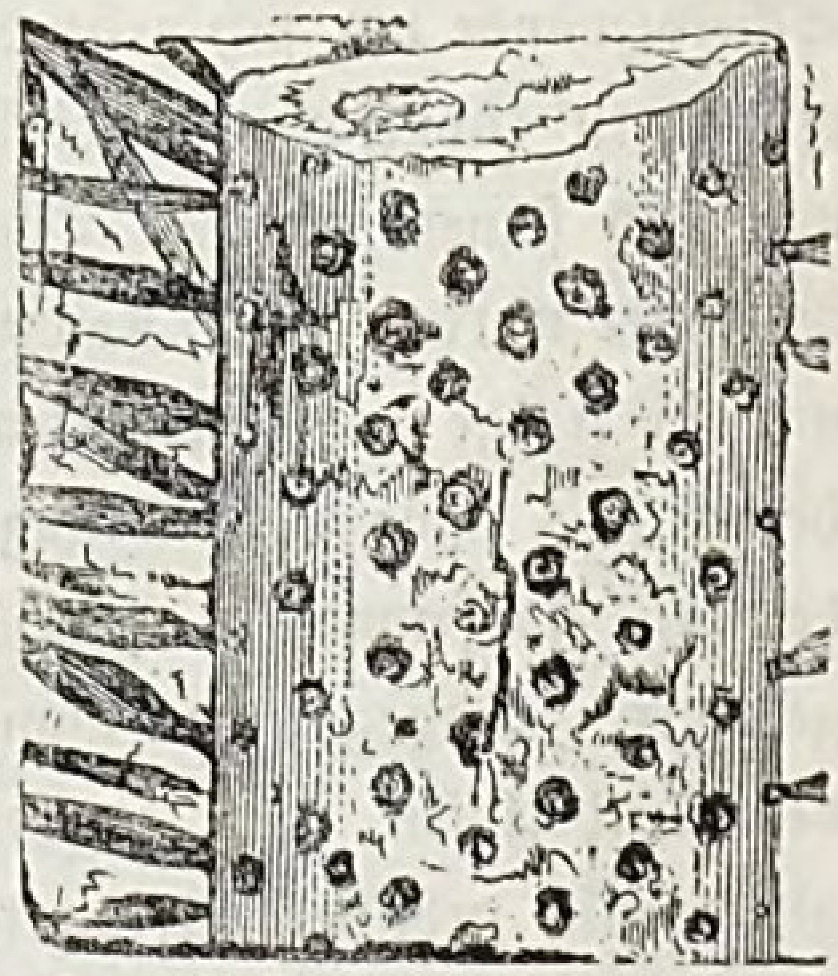


Fig. 81. Ein Zweig von **Stigmaria ficoides** aus der Steinkohlenformation; 1/8 d. nat. Gr.

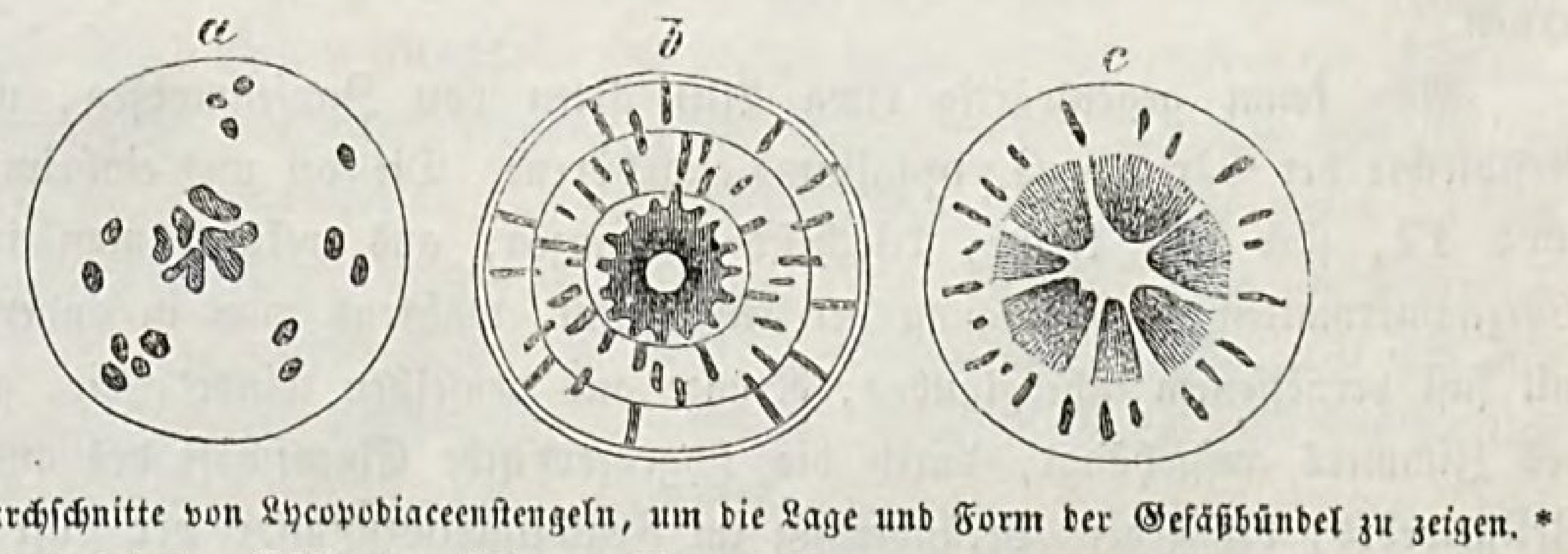


Fig. 82. Durchschnitte von Lycopodiaceenstengeln, um die Lage und Form der Gefäßbündel zu zeigen. *

* *a* Stengel eines jetzigen Bärlappmooses, vergrößert; *b* Stamm eines **Lepidodendron** aus der Steinkohlenformation; *c* Ast einer **Stigmaria** aus derselben Formation; *b* und *c* sind verkleinert.

Während der Uebergangs- und Steinkohlenformation waren die Zapfenmoose die wichtigsten Gewächse. Eigentliche Moose (Laub- und Lebermoose) gab es wahrscheinlich während jener Perioden noch gar nicht. Unbekannte, räthselhafte Pflanzen sind es, welche in den Steinkohlenschichten die Stelle derselben vertreten (Seite 627). Die Lycopodiaceen schließen sich zwar einerseits den vollkommeneren Farren durch ihre, besonders bei den baumartigen, vorweltlichen Gattungen ausgebildeten Gefäßbündel an (Fig. 82), und sind hiernach mit den letzteren als vollkommenere Pflanzen zu betrachten, andererseits aber stimmt ihr ganzes Ansehen zu sehr mit demjenigen der Moose überein, als daß man sie von denselben trennen könnte.

Uebersicht der Farren.

I. Klasse: Wurzelfarren (Wasserfarren). Rhizopterides (Hydropterides. Rhizocarpeæ).
II. Klasse: Laubfarren. Phyllopterides.
III. Klasse: Zapfenfarren. Conopterides (Equisetaceæ).

I. Klasse. Die Wurzelfarren. (Wasserfarren).

Das gemeine Brachsenkraut (Fig. 83), welches in Süddeutschland und der Schweiz auf dem Grunde der Gewässer zu wachsen pflegt, hat einen ganz kurz bleibenden, dabei aber kuchenartig in die Breite sich ausdehnenden Stengel oder Zwiebelknollen, an welchem dicht gedrängt breite, sich unter einander schuppenartig deckende, nahe über ihrem Ursprunge aber sich stark verschmälernde und in einen langen, binsenähnlichen, pfriemförmigen Halm auslaufende Blätter stehen. Diese Blätter sind fast ganz steil nach oben gerichtet und bilden so einen besenartigen Büschel, während von der unteren Seite des knollenförmigen Stengels zahlreiche, vereinzelt stehende Wurzeln herabhangen, welche tief in die Erde eindringen. So kurz der Stock des Stengels ist, so enthält derselbe doch eine große Menge von Prosenchymzellen, welche, mit verschiedenartigen Gefäßen zu holzigen Gefäßbündeln vereinigt, theils die Mitte desselben durchziehen, theils bandförmige Partieen bilden, welche von dem centralen Hauptbündel seitlich sich in schräg aufsteigender Richtung abzweigen und in die einzelnen Blätter eintreten, und welche daher bei der regelmäßigen, nach einer nur äußerst wenig geneigten, scheinbar horizontale Kreise um den Stock beschrei-

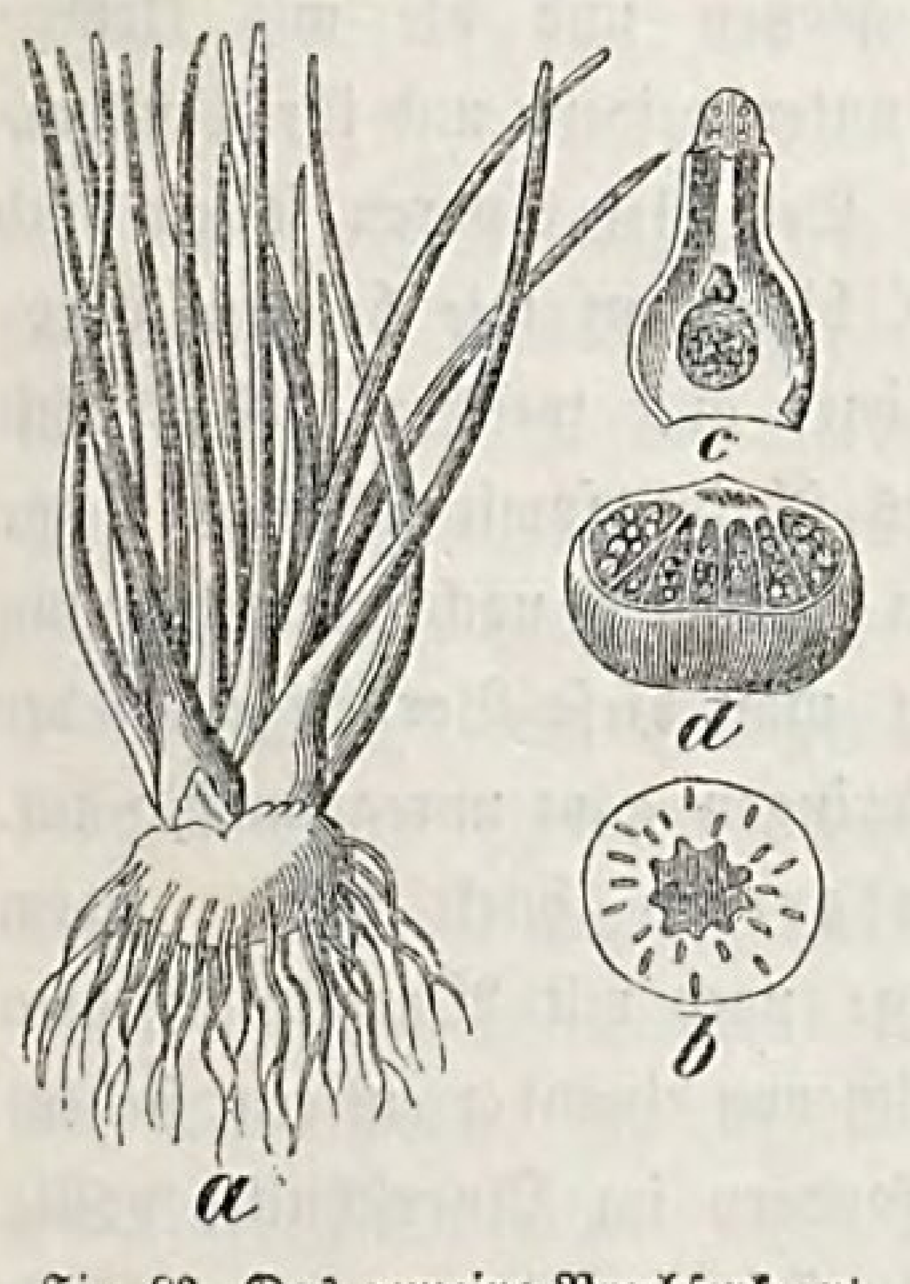


Fig. 83. Das gemeine Brachsenkraut (Isoëtes lacustris).*

* a Die ganze Pflanze, ½ d. nat. Gr.; b ein Durchschnitt des Zwiebelknollens (Stengels), um die Lage des centralen Gefäßbündels und der in die einzelnen Blätter ablaufenden Gefäßbündelchen zu zeigen; c der untere Theil eines Blattes, von der oberen (inneren) Seite mit der Frucht, welche halb durch eine Hautscheide verhüllt ist und über welcher ein herzförmiges Schüppchen steht; d eine Frucht mit großen Sporen, quer durchschnitten, um die Fächer und die Sporen zu zeigen, vergrößert.

benden, spiralig geordneten Stellung der Blätter auf dem Querschnitte des Stockes (b) in mehrfachen engeren und weiteren Kreisen gruppirt erscheinen. Die Gefäßbündel, welche den weitesten Kreis darstellen, sind diejenigen der ältesten Blätter, während die der jüngsten, in der Bildung begriffenen, noch als Seitenstrahlen des Mittelbündels mit diesem letzteren verbunden sind. — Das parenchymatische Zellgewebe der pfriemförmigen, an der oberen, einwärts gewandten Seite zwei flache Längsrinnen darstellenden Blattfortsätze, sind theilweise hohl, indem die Zellenvermehrung im äußeren Umfange in höherem Grade stattfindet, als zu beiden Seiten der Mittellinie im Innern, so daß hier Lücken entstehen müssen. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich auch bei den Wurzeln, welche von den Blättern sich nur durch die einfach fadenförmige Gestalt unterscheiden, übrigens aber wie diese aus Zellgewebe von Parenchym mit einem centralen Gefäßbündel bestehen und viele zarte Faserchen von langgestreckten Zellen aus sich abzweigen.

Die Früchte des Brachsenkrautes finden sich in den Blattachseln, aber nicht am Stengel, sondern an der breiten Innenfläche der Blätter selbst. Es sind kleine Kapseln, welche bei ihrer Entstehung ganz mit Zellgewebe gefüllt sind, später aber, indem einzelne Zellen stark anschwellen und in ihrem Zellsafte mehrere Sporenmutterzellen entstehen lassen, während andere Partieen des Zellgewebes zwischen denselben stehen bleiben, durch diese letzteren, wie durch Scheidewände, in Fächer getheilt erscheinen. In den einzelnen Fächern liegen dann, nach Auflösung der ursprünglichen Zellen, die Sporenmutterzellen frei, und innerhalb dieser bilden sich die Sporen unmittelbar, je vier zusammen, den großen Sporen der Zapfenmoose gleichend. In andern Fruchtkapseln aber löst sich das ganze Zellgewebe durch Tochterzellenbildung in eine sehr große Menge von Sporen von äußerster Kleinheit auf, zwischen denen einige fadenartige Flocken zurückbleiben. Die mit großen und die mit kleinen Zellen gefüllten Fruchtkapseln sind äußerlich wenig zu unterscheiden, und ihr Vorkommen verräth keine bestimmte Regel der Anordnung. Beiderlei Sporen sollen auch vollkommen keimfähig sein; indessen bilden sich auch hier ganz wie bei den Lycopodiaceen innerhalb der kleinen Sporen die Antheridien, aus welchen Zellen, mit spiraligen Spermazellen gefüllt, heraustreten, und es scheint somit ebenfalls eine Befruchtung des in den großen Sporen sich bildenden Vorkeims nach der Trennung von der Mutterpflanze stattzufinden. Genauer kennt man diese Vorgänge bei der folgenden Pflanze. Die Kapseln des Brachsenkrautes springen ganz unregelmäßig auf.

Der auf sumpfigem Boden wachsende Pillenfarren ähnelt in der Form des langgestreckt kriechenden und seiner ganzen Länge nach mit Wurzeln besetzten Stengels mehr den Bärlappmoosen, während die ziemlich von einander entfernt stehenden Blätter sehr lang fadenförmig und nicht flach, sondern im Querschnitte völlig rund sind. Das Zellgewebe dieser Blätter entwickelt sich auf der unteren Seite (Rückenseite) derselben rascher als auf der entgegengesetzten, wovon die Folge ist, daß dieselben bischofsstabähnlich eingerollt erscheinen (Fig. 84), bis daß die Entwicklung des Zellgewebes der oberen Seite genügend fortgeschritten ist, um die Länge beider Blattseiten auszugleichen. Die ganz vollendet ausgebildeten Blätter sind dann gerade ausgestreckt. Ihre äußere parenchymatische Zellenschicht, welche eine zusammenhangende Oberhaut bildet, ist von Spaltöffnungen durchbohrt, unter denen sich Lufthöhlen befinden. Auch das Zellgewebe des Stengels besitzt Luft=

höhlungen, welche sich als röhrenförmige Räume, nahe unter der Oberhautschicht, in der Länge desselben erstrecken (Fig. 84, a' im Querschnitte bemerkbar). Die im Stengel befindlichen Gefäßbündel liegen so, daß sie im Querschnitte einen Kreis darstellen und somit eine Art Röhre bilden, innerhalb deren gemeines Parenchym mit farblosen Zellen eine lockere Ausfüllung, das sogenannte Mark, bildet. Die Früchte dieser höchst eigenthümlichen Pflanze stehen als rauh behaarte kugelige Kapselchen, deren Aehnlichkeit mit Pillen den Namen des Pillenfarren veranlaßt hat, auf kurzen Stielchen in den Achseln der Blätter am Stengel. Dieselben sind im Beginne ihrer Entwicklung Zweige, zeichnen sich aber bald dadurch vor anderen Zweigen aus, daß die, bei allen bemerkbare, kolbige Anschwellung bei ihnen sich stärker ausbildet, das Längenwachsthum dagegen frühzeitig aufhört. Diese Fruchtbildung erinnert an diejenige der Florideen, wo dieselbe in einfachster Form erscheint. Die Härchen, welche die Fruchtkapseln umstarren, sind zarte verlängerte Zellen der Kapselwandung. In einer solchen Kapsel entstehen, ähnlich wie beim Brachsenkraute, vier Fächer um den Mittelpunkt. Der Inhalt der Fächer besteht aus zweierlei verschiedenen, in einer Kapsel und sogar auch in demselben Fache beisammen vorkommenden Fortpflanzungsorganen, welche auf einem in das Fach hereinragenden Mittelsäulchen von zartem Zellgewebe in Form eines Büschels hangen. Die einen sind eiförmige, aus Zellgewebe bestehende Sporangien, deren jedes eine große Zelle, die Spore, umschließt, neben welcher sich meistens Spuren von drei anderen unausgebildet gebliebenen Zellen finden. Diese Organe sind den großen Sporen der Lycopodiaceen und des Brachsenkrautes vergleichbar. Die andern dagegen sind kolbenförmige Schlauchzellen (Antheridienbehälter), welche eine große Menge äußerst kleiner Zellchen enthalten. Diese letzteren Zellchen sind den Antheridien der Leber- und Laubmoose, und den kleinen Sporen der Lycopodiaceen und des Brachsenkrautes zu vergleichen, denn sie erzeugen später in sich eine große Menge noch kleinerer und mit einer spiraligen Spermazelle versehener Zellen. — Nachdem die Pillenfrucht, den vier Fächern entsprechend, halb vierklappig aufgesprungen ist,

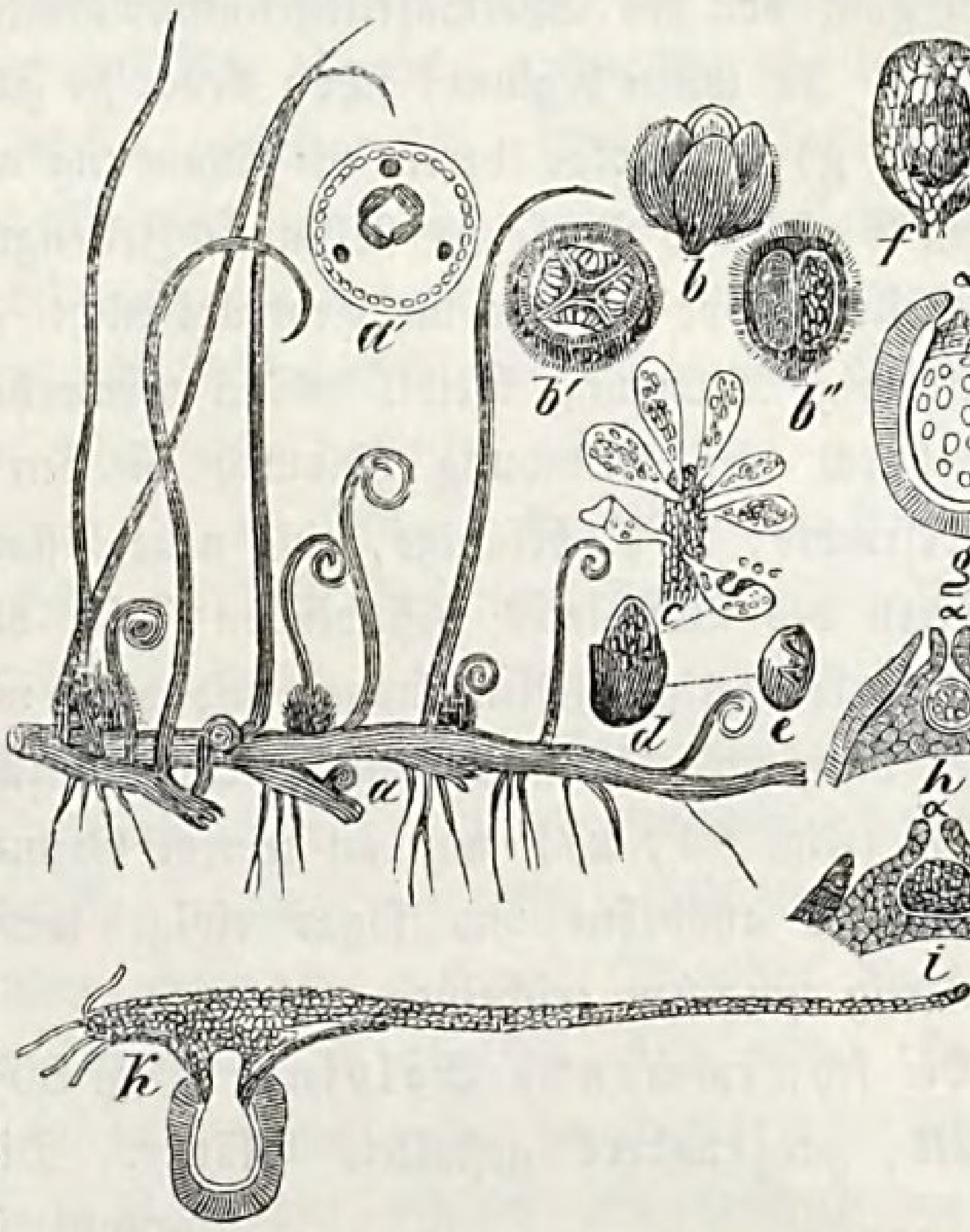


Fig. 84. Der Pillenfarren (**Pilularia globulifera**). *

* *a* Ein Stengelstück mit Aesten, Blättern und Früchten, 1/2 d. nat. Gr.; *a'* ein Durchschnitt des Stengels, um die Lage der Gefäßbündel und der im Zellgewebe befindlichen Lufthöhlungen zu zeigen; — *b* eine aufgesprungene Frucht; *b'* eine Frucht, quer durchschnitten; *b''* eine Frucht, der Länge nach durchschnitten, so daß ein Fach geöffnet erscheint; — *c* ein Mittelsäulchen (*b''* oben) mit einem Büschelchen von Schlauchzellen (Antheridienbehältern); einige der letzteren haben ihren Inhalt ausgeschüttet, vergrößert; — *d* ein Antheridium, mit aufgeplatzter äußerer Hülle und herausgequollener Schleimhaut, im Begriffe, seinen Inhalt auszuschütten, stärker vergrößert; — *e* eine der Zellen, welche sich in dem Antheridium *d* gebildet haben; man erblickt darin die spiralige Spermazelle; — *f* ein Sporangium (*b''* unten) mit der darin enthaltenen Spore; *g* die vom Sporangium befreite Spore, bei α ein wenig geöffnet, im Durchschnitte; unter der Oeffnung bemerkt man die innerhalb gebildete Zellengruppe, den Vorkeim; im Innern der Spore schwimmen Oeltropfen; *h* der obere Theil derselben Spore; man sieht bei α die Mündung des Vorkeims und die darin gebildete Keimzelle; — *i* die Keimzelle hat sich in ein Zellenhäufchen verwandelt; *k* Durchschnitt der ganzen Spore mit der herausgewachsenen jungen Pflanze, welche von dem Vorkeime scheidenartig umhüllt ist.

lösen sich die mit den Antheridien gefüllten Schlauchzellen sowohl, als auch die Sporangien auf, und die Antheridien und Sporen werden frei. Die äußere Zellhaut der ersteren platzt dann, in Folge des durch Aufsaugung von Feuchtigkeit bewirkten Anschwellens des Inhaltes an einer Stelle auseinander, und der Zelleninhalt, anfangs noch von der inneren Schleimhaut (dem Primordialschlauche) umhüllt, quillt sackförmig hervor und verschüttet, nachdem auch die Schleimhaut zerrissen ist, die Tochterzellen, aus welchen letzteren wiederum die Spermazellen herausdringen, um mit lebhaften Bewegungen im Wasser umherzuschwimmen. Die bei ihrem Austritte aus den Sporangien ganz von den Spermazellen umschwärmten Sporen besitzen eine dicke, braune Wandung. In ihnen beginnt, schon bevor sie ganz frei werden, eine Vorkeimbildung (Fig. 84, g), in Folge deren die Wandung an einem Punkte aufreist und einer auf dem Gipfel des Vorkeims stehenden Zellengruppe verstattet, sich hervorzuschieben. Diese Zellengruppe schließt im Centrum nicht ganz zusammen, so daß eine kurze röhrenförmige Mündung bleibt. Man vermuthet, daß eine Spermazelle oder ihr Inhalt durch diese Mündung hindurch in den Vorkeim eindringe und dort eine Zelle befruchte, d. h. befähige, eine neue Pflanze aus sich zu erzeugen. Aus einer im Innern des Vorkeimes befindlichen Zelle bildet sich nämlich eine neue, dicht gedrängte, kernartige Zellengruppe, und diese wächst durch die bezeichnete Mündung desselben hindurch als neues Pillenfarrenpflänzchen hervor, welches sich horizontal ausstreckt (Fig. 84, k), und an seinem Grunde noch von dem Vorkeime, welcher sich ebenfalls ausdehnt und sogar einige wurzelähnlich verlängerte Zellen bildet, scheidenartig umgeben erscheint.

Die schwimmende Salvinie (Fig. 85) besitzt, bei ähnlicher Bildung des Stengels, ganz anders gestaltete Blätter. Dieselben sind nämlich nur an ihrem Grunde schmal, dem Stengel in der Form ähnlich, jedoch dabei auf der oberen Seite etwas abgeflächt, während dagegen der übrige Theil derselben zu einer breiten Platte, von eiförmigem Umrisse, ausgebreitet ist. Sie haben auf diese Weise viele Aehnlichkeit mit Jungermannienblättern, von denen sie sich in der Form nur durch das stengelähnliche schmale Stück, welches man den Blattstiel nennt, unterscheiden. Uebrigens haben die Salvinien wirklich mit Jungermannien auf den ersten Anblick in ihrem ganzen Wuchs und Ansehen, oder wie man in der Botanik zu sagen pflegt, in der Tracht oder dem Habitus, ziemlich viele Aehnlichkeit, weßhalb man sie auch wohl Lebermoosfarren genannt hat. Die Blätter stehen nämlich paarweise einander gegenüber (gegenständig) und zweizeilig am Stengel, und liegen, weil der ganze Stengel horizontal zu schwimmen pflegt, in derselben Ebene. Dem Gewebe nach haben die Blätter sonst noch mehr Aehnlichkeit mit den Marchantien; wie diese besitzen sie im Parenchym Lufthöhlungen welche durch vertikale Scheide=

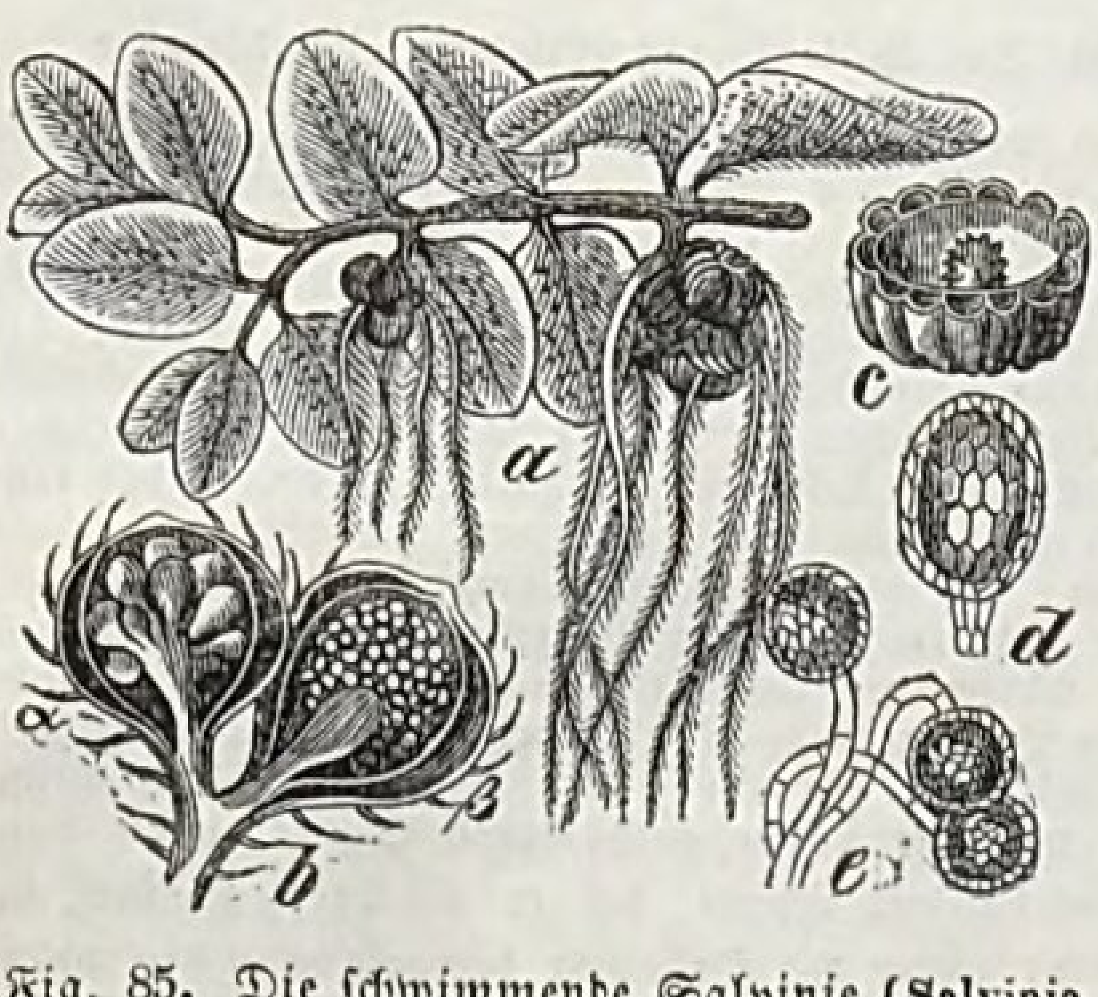


Fig. 85. Die schwimmende Salvinie (Salvinia natans). *

* a Ein Stengel der Salvinie mit Fruchtkapseln und Wurzelbüscheln; b ein Fruchtast mit einer »großsporigen« (α) und einer »kleinsporigen (β) Frucht im Durchschnitt; c Querschnitt einer Fruchtkapsel, aus welcher die Sporangien entfernt sind; d ein Sporangium aus der Frucht (b, α) mit der darin eingeschlossenen Spore; e einige Antheridienschläuche aus der Frucht (b, β).

wände von einander getrennte fünf- oder sechseckige Räume sind, und in der äußeren Zellenschicht, welche auch hier, wie überhaupt bei allen Farren und allen vollkommeneren Pflanzen, eine zusammenhangende Oberhaut darstellt, auf der Oberseite Stomate, während die das Wasser berührende Unterseite derselben entbehrt. Wir finden hierin eine nach dem Zwecke der Spaltöffnungen leicht begreifliche Regel. Bei allen ganz außerhalb des Wassers wachsenden vollkommeneren Pflanzen besitzen beide Blattflächen solche Luftöffnungen; bei denjenigen, welche auf dem Wasser schwimmen, nur die obere, der Luft zugewandte, Fläche; bei denjenigen, welche halb im Wasser stehen, mit dem oberen Theile aber hervorragen, entbehren die untergetauchten Blätter derselben gänzlich, während die in der Luft befindlichen auf beiden Flächen mit solchen versehen sind. Die Mittellinie der Salvinienblätter ist, wie auch der kurze Blattstiel, mit einem Gefäßbündel durchzogen, welches aus einem zarten Gefäße nebst einigen Prosenchymzellen und langgestreckten Parenchymzellen besteht, von welchem sich aber nach beiden Seiten hin Reihen von langgestreckten Parenchymzellen, zum Blattrande gerichtet, abzweigen. — Der ganze Stengel und die Unterseite der Blätter ist mit feinen, haarförmigen Zellenreihen bedeckt, deren Endzelle allemal zugespitzt und mit braunem Safte erfüllt ist. Die Oberseite der Blätter trägt punktförmige Wärzchen, auf welchen Büschelchen eigenthümlicher Haare stehen. Diese sind nämlich Reihen eiförmiger Zellen, welche ein perlschnur- oder rosenkranzförmiges Ganzes bilden. Unter der parenchymatischen Haut des Stengels befinden sich Kanäle, welche mit Luft gefüllt sind, ganz wie solche auch im Parenchym der Blätter gefunden werden. Dieselben dienen, um die ganze Pflanze auf dem Wasser schimmend zu erhalten, und finden sich ganz ähnlich wie beim Pillenfarren auch bei dem weiter unten zu erwähnenden Zwickelfarren, sind jedoch bei diesen letzteren Gattungen minder ausgezeichnet und von dickerer Parenchymrinde bedeckt. Unterhalb eines jeden Blätterpaares entspringt aus dem Stengel ein Ast und aus diesem eine starke, von einem Gefäßbündel durchzogene und sich büschelig zertheilende Wurzel, deren einzelne fadenförmige, frei im Wasser niederhangende Zweige mit Haaren von äußerster Zartheit, sogenannten Wurzelfaserchen, besetzt sind. An dem Punkte, wo die Wurzel sich von dem Aste abzweigt, stehen die Früchte, allemal mehrere beisammen an einem kurzen Stiele. Es sind etwa ½ Linie im Durchmesser haltende Kapselchen mit meridianartigen Verdickungsrippen, innerhalb deren ebenfalls Luftkanäle die Kapselwandung durchziehen (Fig. 85, a, c). Bei allen ragt der Stiel als ein Mittelsäulchen bis zur Mittte in die innere Höhlung hinein und trägt dort ein Büschelchen von Befruchtungsorganen (b). Aber diese letzteren sind bei den verschiedenen Kapseln von verschiedener Art. In den einen findet man Sporangien (α), aus Zellgewebe bestehend, jedes eine größere Zelle, die Spore, umschließend (d), ganz ähnlich wie beim Pillenfarren. In den andern Kapseln dagegen zeigt sich eine sehr große Menge kugelförmiger, bei der Zartheit ihrer Membran und der Menge der darin enthaltenen Tochterzellen brombeerähnlich erscheinender Zellen, welche auf einem zarten, aus mehreren Zellen gebildeten Stielchen stehen. Dieses sind Antheridienbehälter (b, β; e); sie enthalten eine große Menge von Antheridien, welches eben die erwähnten Tochterzellen sind, und in welchen sich, nachdem der Behälter zerrissen ist, ein Inhalt kleinerer, je mit einer spiraligen Spermazelle erfüllter, Zellen ausbildet.

Die Vermuthungen über eine Befruchtung und die Entwicklung der Sporen zu einem Vorkeime findet hier ganz wie bei dem Pillenfarren statt. Der Vorkeim stellt zwei parenchymatische Läppchen dar, ähnlich den ersten Blättern eines jungen Moospflänzchens, sowie er auch nach unten zwei bandförmige Wurzelläppchen aussendet. Zwischen den beiden Blättchen wächst ein gestieltes Zellenhäufchen hervor, das Keimknöspchen, welches zwei unvollkommene, Moosblättern ähnliche, Blattläppchen besitzt, und aus diesem entspringt sodann, seitwärts gerichtet, das eigentliche Stengelchen einer neuen Salvinie mit Wurzeln und Blättern.

Die Salvinien sind die einzigen Wurzelfarren, welche diesen Namen, der sich auf die Stellung der Früchte in der Nähe der Wurzel beziehen soll (**Rhizocarpeæ**), mit scheinbarem Rechte tragen.

Der vierblätterige Zwickelfarren (Fig. 86), welcher in Wassergräben Süddeutschlands angetroffen wird, gleicht in der Bildung des Stengels, sowie in der Entwicklung der anfangs eingerollten Blätter in hohem Grade dem Pillenfarren. Die Blätter bestehen hier aber aus einem fingerslangen fadenförmigen Stiele, welcher an seinem Gipfel vier, in einem Kreuze gestellte, herzförmige Blattlappen trägt. Der Stiel und beide Flächen der Blattlappen sind mit Stomaten versehen. Die Gefäße des im Blattstiele vereinigten Gefäßbündels sind im Parenchym der Lappen gabelig verästelt und äußerlich als feine erhabene Linien sichtbar. Die Früchte stehen an der oberen Seite der Blattstiele ziemlich nahe über dem Stengel paarweise. Jede Frucht hat ein besonderes Stielchen, doch sind beide Stiele an ihrem Grunde zusammengewachsen und es scheint, als ob der untere, dickere Theil des Blattstieles auch aus einer Vereinigung des gemeinsamen Fruchtstieles mit dem eigentlichen Blattstiele gebildet sei, so daß also demnach die Fruchtstiele eigentlich in der Blattachsel ständen. In der That stehen bei anderen Zwickelfarrenarten die Fruchtstiele frei in den Achseln der Blätter. Nach diesen Verhältnissen scheint die Stellung der Früchte bei dem Brachsenkraute eine ähnliche Deutung erleiden zu müssen. Die Früchte sind länglich linsenförmige Kapseln, durch eine nach der breiteren Querrichtung verlaufende, senkrechte Hauptscheidewand und mehrere ebenso verlaufende aber wagerechte Nebenscheidewände in eine ziemliche Anzahl von Fächern getheilt, in denen, an den Scheidewänden befestigt, große ungestielte Sporangien und kleine gestielte Antheridienschläuche unter und neben einander stehen. — Die Entwicklung der Sporen ist ähnlich den beim Pillenfarren beschriebenen Vorgängen.

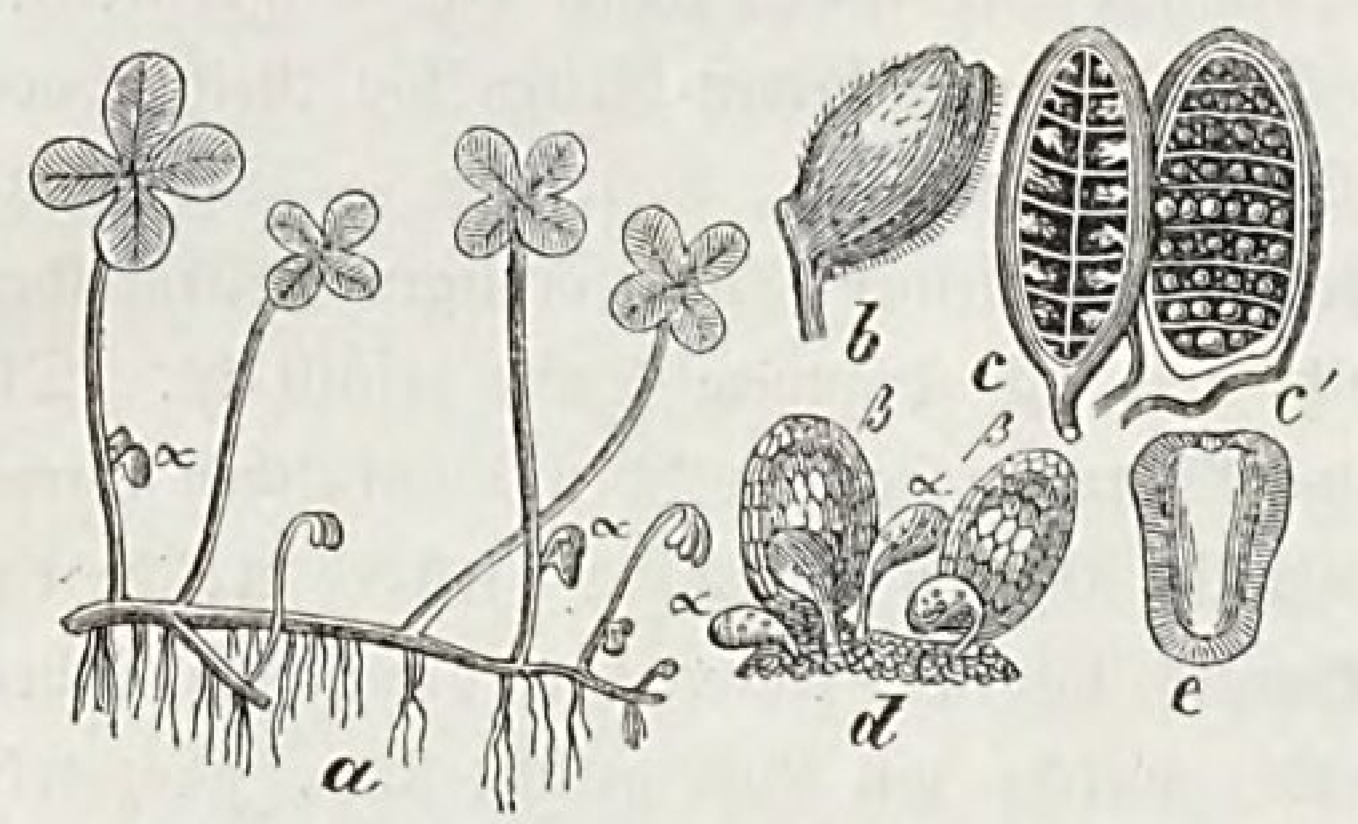


Fig. 86. Der vierblätterige Zwickelfarren (Marsilea quadrifolia). *

* *a* Ein Stengel des Zwickelfarren mit Blättern und Fruchtkapseln (α), 1/2 d. nat. Gr.; *b* eine Fruchtkapsel vergrößert, zweiklappig aufgesprungen; *c* die geschlossene Fruchtkapsel, senkrecht nach dem schmalern Durchmesser (durch beide Klappen) geschnitten, um die Lage der Fächer zu zeigen; — *c′* dieselbe nach dem breiten Durchmesser geschnitten; *d* ein Stück der Kapselwand aus *c*, stärker vergrößert, um die Sporangien (β) und die Antheridienschläuche (α) zu zeigen; *e* die Spore aus einem Sporangium (β) mit dem Anfange des Vorkeimes an der Spitze, durchschnitten.

Die Klasse der Wurzelfarren ist eine sehr kleine, indem dieselbe auf der ganzen Erde vielleicht kaum dreißig Arten von Pflanzen umfaßt. In unserem Vaterlande

wachsen nur die genannten Gattungen, andere in wärmeren, gar keine in den der kalten Zone angehörigen Gegenden. Die Organisation derselben, besonders ihre sehr genau beobachtete Fruchtentwicklung, ist von hohem Interesse. Zu bemerken ist noch, daß die meisten derselben wenige Zweige an ihrem Stengel tragen und daß ihnen die Fortpflanzung durch Keimzellen oder Brutknospen gänzlich fehlt.

Das fossile Vorkommen von Gewächsen, welche zu den Wurzelfarren gehört haben möchten, ist nicht bedeutend. Die ersten Spuren von derartigen Pflanzen, welche mit dem Brachsenkraute und dem Pillenfarren einige Verwandtschaft gehabt zu haben scheinen, sind in der Oolithformation aufgefunden worden, einige andere in der Kreideformation und den Tertiärablagerungen.

II. Klasse. Die Laubfarren.

Einige der gemeinsten Farrenkräuter werden uns eine allgemeine Vorstellung von diesen so höchst eigenthümlichen Gewächsen geben, welche in der Pflanzenwelt eine ähnliche Stellung einnehmen, wie etwa die Ganoiden unter den Thieren.

Die Mauerraute (Fig. 87) ist ein Pflänzchen, welches im ganzen mittleren Europa an Mauern und Felsen nicht selten anzutreffen und leicht zu erkennen ist. Ein kurzer, brauner, holziger Stengel, hier Stock genannt, mit zahlreichen Wurzeln an seinem Umfange besetzt, ist in einer Spalte oder Fuge des Gesteins verborgen; sehr lange grüne Stiele, welche an ihrem Ende in blattartige, grüne Platten ausgebreitet und vielfach verästelt sind, die sogenannten Wedel (frons), ragen 2 bis 6 Zoll lang hervor. Dieselben stehen rings um das jüngste Ende des Stockes spiralig angeordnet und sind bei ihrer Entwicklung schneckenförmig, später bischofsstabförmig eingerollt. Auch die blattartigen Platten, in welche sie auslaufen, zeigen ursprünglich eine solche, wie bei den Wurzelfarren einer schnelleren Entwicklung der Zellen der Rückenseite zuzuschreibende, Einrollung. Bei der Entwicklung der Wedel ist es keineswegs die Spitze, welche zuerst die Fähigkeit weiterer Zellenvermehrung verliert und somit zu wachsen aufhört, sondern sie ist vielmehr der bis zu einer gewissen Grenze stets fortwachsende Theil. Sie theilt sich gabelig, aber etwas ungleich; der eine Gabellappen wird durch die stärkere Fortentwicklung des andern zur Seite gedrängt, bei der folgenden Gabeltheilung wiederholt sich dasselbe, jedoch stets links und rechts wechselnd, so nämlich, daß, wenn bei der ersten Theilung

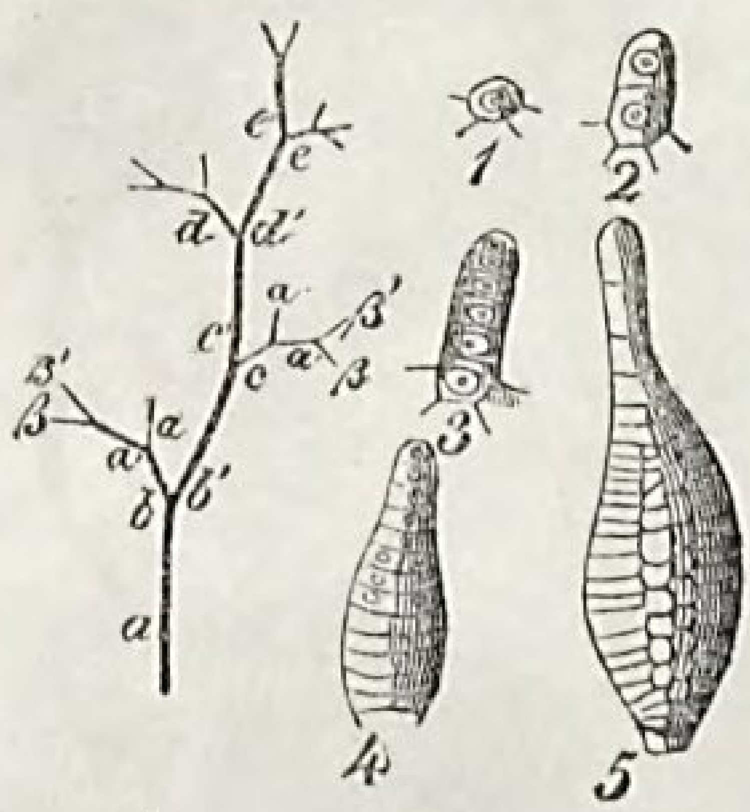


Fig. 87. Die Mauerraute (Asplenium ruta muraria). *

* *a* Ein Pflänzchen in 1/2 d. nat. Gr.; *b* der Stock, der Länge nach durchschnitten, um den Verlauf der hellfarbigen Gefäßbündelröhre zu zeigen; *c* ein Wedelläppchen, etwas vergrößert von der Unterseite, um die Fruchthäufchen und Schleierblättchen zu zeigen; *d* ein Sporangium, im Begriffe, aufzureißen und die Sporen zu verschütten, 100fach vergrößert; *e* einige Sporen, stärker vergrößert; man bemerkt an zweien derselben die spätere Keimungsspalte.

der linke Lappen zur Seite gedrängt wurde, und der rechte sich stärker ausbildete und die gerade Richtung des Wedelstieles beibehielt, bei der zweiten Gabelung nun vielmehr der rechte Lappen zur Seite gedrängt wird und der linke als Fortsetzung des Wedelstieles erscheint. Eine solche wechselnd ungleiche Gabelung bringt endlich das Resultat hervor, daß an der geraden Fortsetzung des Wedelstieles abwechselnd zur linken und zur rechten ein Seitenlappen steht (Fig. 88, A). Diese Seitenlappen wachsen jedoch jeder für sich ebenfalls bis zu einem gewissen Grade weiter, wobei einerseits ihre Stielchen sich verlängern, andererseits ihr Lappen sich theilt, und es herrscht hiebei dasselbe abwechselnde Vorherrschen des linken oder rechten Gabelläppchens. An allen entfalteten Wedeln findet man die Stiele der ältesten Seitenlappen daher abermals mit mehreren abwechselnden Nebenlappen versehen, von denen wieder immer der dem Hauptstiele zunächst stehende beziehungsweise der ältere ist. Die jüngsten Lappen, von denen der eine scheinbar als gerade Fortsetzung des Wedelstieles auftritt, zeigen eine solche Nebengabelung nicht. Obgleich die Entwicklung eines solchen Wedels, sowie seiner Seiten- und Nebenlappen ganz der Entwicklung eines durch fortwährende Vermehrung seiner Endzelle wachsenden Stengels (z. B. des Stengels der Laub- und Zapfenmoose und Wurzelfarren) gleicht, und demnach unbegrenzt fortgehen zu können scheint, so ist dieselbe dennoch in allen Theilen eine bestimmt begrenzte, wie bei einem Blatte, und es erreichen die ganzen Wedel, sowie die einzelnen Seiten- und Nebenlappen, daher stets nur eine gewisse Größe. So vereinigt der W e d e l — und es gilt dieses für alle Farren — die E n t w i c k l u n g s w e i s e e i n e s S t e n g e l s mit dem b e g r e n z t e n W a c h s t h u m e e i n e s B l a t t e s!

Der Stock, sowie der Stiel der Wedel während der ersten Zeit ihrer Entfaltung, ist mit sehr zarten und schmalen spreuartigen Hautläppchen besetzt, welche fast haarartig erscheinen. Dieselben stehen, was freilich bei der Mauerraute nicht ganz leicht zu erkennen ist und durch frühzeitiges Vertrocknen und Abfallen vieler häufig ganz verwischt wird, spiralig um den Stock und die Wedelstiele geordnet. Schon diese Stellung, welche im höchsten Grade an die Blätter der Zapfenmoose und Laubmoose, die auch oft nur haarartig schmal erscheinen, erinnern muß, läßt vermuthen, daß diese Hautläppchen den Blättern der genannten Pflanzen zu vergleichen seien. Die Entwicklungsweise derselben entspricht dieser Vermuthung ganz. Eine Zelle des fortwachsenden Endes des Stockes oder des sich entwickelnden Wedels dehnt sich über die äußere Begrenzungsfläche desselben aus und erscheint so als ein halbkugeliges Wärzchen (Fig. 88); in dem hervorragenden Theile bildet sich eine Tochterzelle, welche durch eine Scheidewand sich von der Mutterzelle sondert. Der Cytoblast der Tochterzelle löst sich sodann, nachdem sie sich ausgedehnt hat, auf und es erfolgt die Bildung zweier neuer Zellenkerne, und in Folge derselben die Bildung zweier neuer Zellen, welche übereinander liegen. Derselbe Vorgang in den beiden Zellen,



A B

Fig. 88. Entwicklung der Wedel und Blätter der Laubfarren.*

* **A** Gesetz der Gabelung des Wedels; *a* Hauptstiel; *b b'* erste Gabelung; *c' c* zweite; *d d'* dritte; *e' e* vierte Gabelung; $\alpha' \alpha$ große Seitengabelung; $\beta\ \beta$ zweite Seitengabelung u. s. w.

B Entwicklung der Spreublättchen (nach Beobachtungen an **Niphobolus rupestris**); 1 erste Zelle; 2 das Blättchen ist zweizellig; 3 das Blättchen ist fünfzellig, die Endzelle ist eben wieder in der Theilung begriffen, und die dritte zeigt in ihrem Cytoblasten Anlage zur seitlichen Theilung; 4 das noch mehr verlängerte Blättchen ist unten durch seitliche Theilung zweizeilig geworden; 5 das Blatt ist unten vierzeilig.

in ganz gleicher Weise wiederholt, ruft eine Reihe von vier Zellen, bei abermaliger Wiederholung von acht Zellen u. s. w., hervor. Eine solche Zellenreihe erscheint haarförmig. In den Zellen derselben, mit Ausnahme einer Anzahl derselben, welche das Ende des Haares bilden, beginnt sodann eine Theilung (Tochterzellenbildung) mit Scheidewänden, welche in der Längenrichtung der Zellenreihe und radial zur Mittelachse des Stockes oder des Wedels stehen. Der untere Theil der Zellenreihe wird dadurch zweizeilig. Die nicht zweizeiligen endständigen Zellen dehnen sich nur noch aus und verlängern die haarförmige Spitze. Die zweizeiligen Zellen dagegen, mit Ausnahme einiger, sich zunächst an die nicht zweizeiligen anschließender und nun ebenfalls die weitere Vermehrungsfähigkeit verlierender, theilen sich in der seitlichen Richtung abermals. Nur die dem Stocke nächste Zelle theilt sich höchstens einmal seitlich. Die zunächst über derselben befindlichen dagegen sind die letzten, welche die Vermehrungsfähigkeit sowohl in der Längs-, als auch in der Seitenrichtung verlieren, und so entsteht ein schmales lanzen-, oder herzförmiges, langgespitztes Blättchen. Immerhin sind diese Blättchen, welche man bei den verschiedenen Farren je nach ihrer Form, Spreuhaare oder Spreublättchen zu nennen pflegt, nur aus einer einzigen Lage gleichartiger Zellen gebildet und somit viel einfacher als die Blätter der Moose, zumal derjenigen, welche mit einer ausgebildeten Oberhaut und mit einem Faser- oder Gefäßbündel versehen sind. Sie dürfen als verkümmerte Blätter betrachtet werden. Ihr frühzeites Abfallen erklärt sich leicht sowohl hieraus, als auch aus ihrer geringen Befestigung.

Die Wedel stehen in Achseln der Spreublättchen — dieselben erscheinen hienach als Aeste. —

Der Stock der Mauerraute besteht aus Parenchym, enthält jedoch unter einer ziemlich dicken äußeren Parenchymschicht Gefäßbündel, welche so gestellt sind, daß sie auf einem Querschnitte einen Ring darstellen. Sie bilden also eine Röhre, deren Inneres von eben solchem Parenchym erfüllt ist, wie dasjenige, welches die äußere Umhüllung bildet, welches jedoch auch hier das Mark genannt werden mag. Die Gefäße sind theils mit ringförmigen, theils mit nur schmale, linienförmige Zwischenräume lassenden Verdickungsschichten versehen — „Ringgefäße und Treppengefäße" (Fig. 88, a). Am fortsprossenden Ende des Stockes vermehren sich die Gefäßbündel fortwährend, indem parenchymatische Zellen sich langstrecken, dann prosenchymatisch und theilweise durch Auflösung ihrer Zellenwandungen an den Berührungspunkten zu Gefäßen werden. Allemal an dem Punkte, wo ein neuer Wedel sich bildet, treten einige Gefäßbündel in Verbindung mit Gefäßbündeln, welche sich in dem Wedel entwickeln, und unmittelbar über diesem Punkte bleibt dann eine schmale parenchymatische Zellenpartie als eine Verbindung zwischen der äußeren Parenchymschicht und dem von der Gefäßbündelröhre umschlossenen Marke zurück. Die den Wedel durchziehenden Gefäßbündel sind in den stielartigen Theilen desselben gleichlaufend und nur durch wenig zwischenliegendes Parenchym getrennt; dagegen in den blattartigen Lappen desselben gehen sie fächerartig auseinander, und das Parenchym breitet sich zwischen ihnen aus. Daher die keil- oder fächerförmige Gestalt dieser Wedellappen.

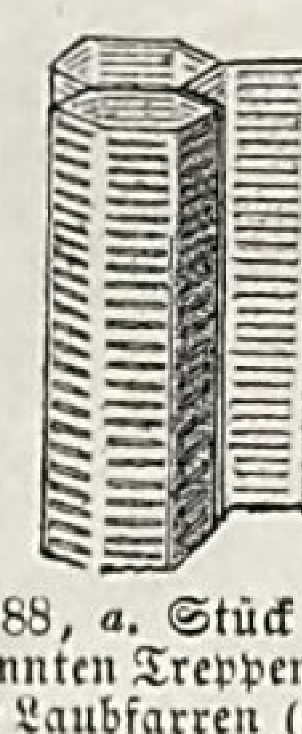


Fig. 88, *a*. Stück von sogenannten Treppengefäßen eines Laubfarren (von dem großen Königsrispenfarren **Osmunda regalis**); die Gefäße sind durch ihre enge Zusammendrückung sechsseitig abgeplattet.

Der Stock und die Wedel, letztere sowohl an den stielartigen, als an den lappenförmigen, blattähnlichen Theilen, sind mit einer Oberhautzellenschicht bedeckt, welche Spaltöffnungen enthält und unter sich Lufthöhlungen umschließt.

Die mit nicht deutlicher Regelmäßigkeit verästelten Wurzeln entspringen ähnlich, wie die Wedel, aus dem Stocke seiner ganzen Länge nach; jedem sich neu bildenden Wedel entspricht eine Wurzel in entgegengesetzter Richtung. Auch sie sind von Gefäßbündeln durchzogen. Ihre Oberhautzellen ragen als äußerst zarte Härchen hervor und dienen wesentlich zur Einsaugung der Nahrung.

Auf der Unter- (Rücken-)fläche der Wedellappen stehen den durch die Gefäßbündel hervorgebrachten, in sehr uneigentlichem Sinne so genannten „Adern" oder „Nerven" entsprechend, eigenthümliche Organe, welche dem bloßen Auge als ein brauner spreuiger Staub erscheinen. Sie bilden sich nicht auf allen Gefäßbündeln aus, sondern bald auf zweien, bald auf dreien, vieren oder fünfen. Es vermehren sich längs einem solchen Gefäßbündel die Oberhautzellen, so daß ein langes schmales, hautartiges Blattleistchen hervorwächst, welches anfangs dem Lappen flach anliegt, bald jedoch durch die Entwicklung vieler eigenthümlicher gestielter Kapselchen, welche aus seiner Achsel längs dem Gefäßbündel hervorsprossen, an seinem freien Rande emporgedrängt wird. Die Kapselchen enthalten feine Brutzellen, welche nach dem Aufplatzen der Kapsel verstreut werden und als Same der Maureraute dienen. Von anderweitigen Fortpflanzungsorganen — Antheridien und Sporangien — findet man an der Mauerraute keine Spur.

Der gebräuchliche Wurmfarren (Fig. 89) ist der größte Farren des mittleren Europa's, in den meisten Wäldern sehr gemein. Der Stock desselben liegt wagerecht oder schräg ansteigend in oder auf dem Erdboden, und ist meistens von Moosen und Gräsern ganz überwachsen. Derselbe erreicht mitunter eine Länge von 6 Fuß; irrthümlich wird er für eine Wurzel angesehen und unter dem Namen Farrenwurzel (Radix filicis) auf den Apotheken, wo er als Mittel gegen Eingeweidewürmer benützt wird, vorräthig gehalten. Die wah-

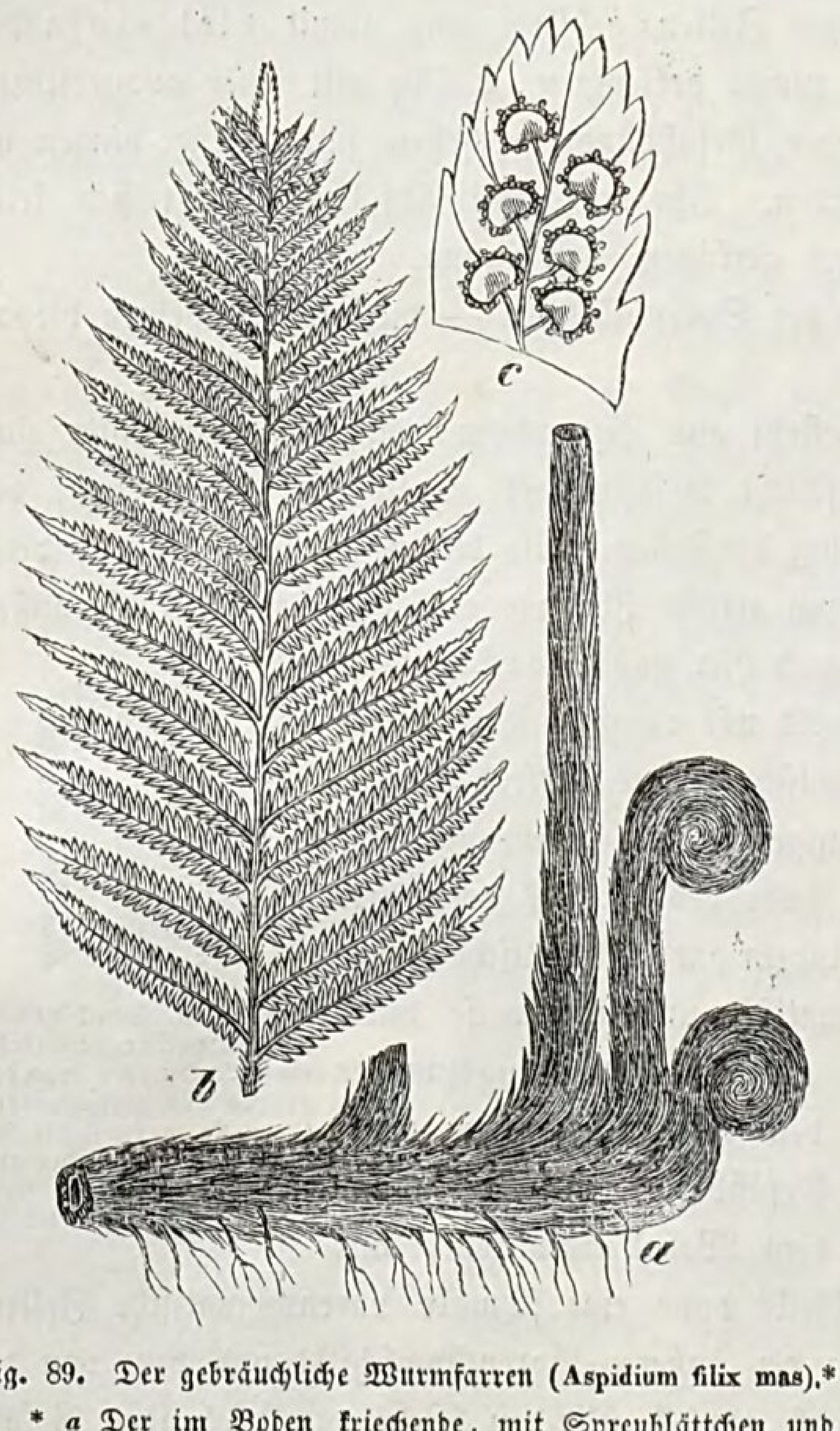


Fig. 89. Der gebräuchliche Wurmfarren (Aspidium filix mas).*

* *a* Der im Boden kriechende, mit Spreublättchen und Wurzeln besetzte Stock, mit einem schon abgestorbenen, einem ganz entwickelten und zweien sich entwickelnden Wedeln; der entwickelte Wedel ist nahe über dem Boden abgeschnitten; *b* ein Seitenlappen des Wedels, dem Stocke *a* entsprechend fünffach verkleinert; am unteren Theile trägt die stielartige Mittelrippe noch einzelne Spreublättchen; *c* ein Unterläppchen von den kleinen Nebenlappen von der Unterseite, fünffach vergrößert; man sieht auf den Adern die Schleierblättchen, unter welchen die Büschelchen der Sporangien hervorragen.

ren Wurzeln entspringen aus ihm an seiner ganzen Länge. Er ist überall bedeckt mit vermodernden Wurzelfasern, Spreublättchen und Ueberresten von alten, längst verfaulten Wedeln. Lebendige, grüne Wedel trägt er nur an dem jüngsten Ende, wo dieselben rings um die stets sehr langsam fortsprossende Spitze in einem Büschel stehen und aus dem Boden emporragen. Dieselben kommen stets bischofsstabförmig eingerollt und dicht mit Spreublättchen bedeckt im Frühlinge zum Vorscheine und entfalten sich bis zu einer Größe von 3 Fuß. Ihre Entwicklung geht ganz so vor sich, wie bei der kleinen Mauerraute — der Wedel theilt sich an seiner Spitze stets ungleich und abwechselnd; die stärkeren Gabeläste richten sich so, daß sie scheinbar eine gerade Fortsetzung des Wedelstieles bilden, während die geringeren Gabeläste, zur Seite gedrängt, mit jenen fast rechte Winkel bilden müssen. Diese Seitenäste sind ganz ebenso wiederum getheilt, jedoch so, daß stets die geringeren Nebenäste fast ungestielt, die denselben Regeln folgenden Unteräste dieser letzteren aber völlig ungestielt erscheinen, indem die Parenchymlappen derselben unmittelbar mit den stärkeren Unterästen vereinigt sind. Auch hier erreichen die ganzen Wedel, die Seitenäste und deren Nebenäste und Unteräste stets nur eine bestimmt begrenzte, gegen die Spitzen hin abnehmende Größe. Die Gefäßbündel der Unteräste sind innerhalb der Parenchymlappen ganz nach gleicher Weise zertheilt, wie die Wedel selbst; die stärkeren Gabeläste derselben bilden eine schwach hin- und hergebogene Mittelader, von welcher die geringeren Gabeläste abwechselnd rechts und links in großem Winkel als Seitenadern abgehen. Auch diese Gabelung ist an den Parenchymlappen noch durch tiefe Randeinschnitte bezeichnet, ja sogar eine Verästelung der Seitenadern in Nebenadern zeigt sich hie und da durch Einschnitte der Seitenläppchen, zwischen denen sägezahnähnliche Nebenläppchen in eine feine Spitze auslaufen. Die ganze Entwicklung der Laubfarrenwedel erinnert im höchsten Grade an die mit ähnlicher ungleicher und regelmäßig wechselnder Gabeltheilung verbundene Entwicklung gewisser Meermoose (siehe Seite 622 und Fig. 48). Die Seitenäste, Nebenäste und sogar die Unteräste sind stets mehr oder weniger deutlich mit Spreublättchen besetzt, welche aber großentheils früh abfallen, so daß oft die Wedel, wenn sie völlig ausgebildet sind, ganz glatt erscheinen. Bei der Entwicklung ist nicht nur der ganze Wedel, sondern auch jeder einzelne Theil seinerseits besonders, schnecken- oder bischofsstabförmig eingerollt, so daß jedes Unterästchen, jedes Nebenästchen, jedes Seitenästchen diese Form in kleinerem oder größerem Maßstabe wiederholt.

Die lappenförmigen Unteräste der Wedel zeigen auf der Unterseite ähnliche Organe (Fig. 89, c), wie die Wedelläppchen der Mauerraute. Aber hier ist die Natur derselben deutlicher zu erkennen. In einer geringen Entfernung von der Mittelader entwickelt sich nämlich auf den ersten Seitenadern, sowohl zur rechten, als zur linken Seite, ein Spreublättchen von eigenthümlicher schildartiger Form, nämlich an der Spitze ganz abgerundet und am Grunde mit herzförmigen Seitenausbreitungen, und in der Achsel dieses, gewöhnlich mit dem Namen des Schleierchens (indusium) bezeichneten, Blättchens (welches mit den Blättchen des Fruchtzapfens der Lycopodiaceen verglichen werden muß) steht ein ganzer Büschel gestielter und mit Brutzellen erfüllter zelliger Kapselchen oder Sporangien. Diese Kapselchen sind sämmtlich an einem sehr kleinen Mittelsäulchen, einem äußerst kurzen Zweige, welcher in der Achsel des Spreublättchens sich entwickelt hat, angeheftet (Fig. 90).



Fig. 90. Sporangienhäufchen. *

* A Ein Stück eines Laubfarrenwedels (Nephrodium angulare) von der Unterseite; *r* die Mittelrippe eines Nebenlappen, mit einzelnen kleinen Spreublättchen besetzt; *p* zwei Unterläppchen dieses Nebenlappen; *s* die unter den Schleierblättchen verborgenen Sporangienhäufchen (sori).

B Ein Sporangienhäufchen, durchschnitten; *n* „Nerv“ oder „Ader“ des Wedelläppchens; *i* Schleierblättchen; *o* Sporangien, befestigt auf einem kurzen Aestchen in der Achsel des Schleierblättchens, vergrößert.

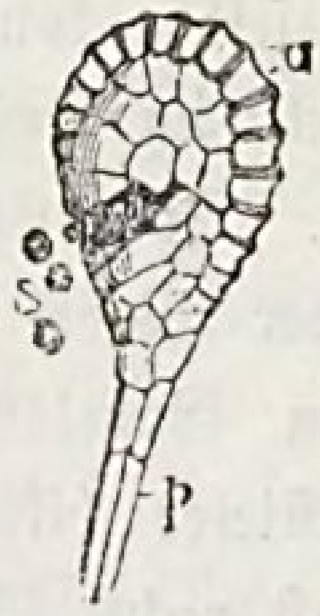


Fig. 91. Ein Sporangium, 100fach vergrößert. *

* *p* Zellen, welche den Stiel des Sporangium bilden; *a* der Ring; *s* Sporen, welche aus dem Risse des Sporangium entweichen.

Sie stehen rings um dieses Zweiglein herum geordnet, auf einer unendlich engen Spirallinie. Jedes Kapselchen ist eine einfache zellige Hülle; es ist auf einer Zelle des Zweigleins befestigt, besitzt einen aus wenigen neben einander liegenden Zellenreihen bestehenden Stiel, von welchem aus eine gratähnlich hervorragende Zellenreihe, der sogenannte Ring, über den Rücken der helmartig gewölbten Kapsel bis auf die Unterseite derselben verläuft (Fig. 91). Nach Allem, was man bis jetzt über die Art und Weise der Entwicklung dieser Kapselchen hat beobachten können, sind dieselben als Blättchen zu betrachten, welche in ihrer engen Wiege zusammengekrümmt, ihre eigenthümliche Form erhielten. Der „Ring“ ist die Mittellinie dieser Blättchen; die Zellen der einwärts gerollten Spitze und der Ränder der Blättchen bilden, sich absondernd (man erinnere sich an die Blätter der Jungermannien), die Brutzellen, von welchen die Kapselchen erfüllt erscheinen. Jedoch geht hier diese Absonderung schon bei der Entwicklung der betreffenden Zellen unmittelbar vor sich, indem die innerhalb einiger, in der entstehenden Kapsel eingeschlossener, Zellen sich bildenden Tochterzellen ganz wie die in Sporangien sich entwickelnden Sporen, sich ganz von den übrigen umgebenden Zellen unabhängig machen. Man hat die Brutzellen, dieser Entstehung wegen, Sporen genannt, und die Kapselchen dürfen somit als Sporangien betrachtet werden, welche an einem kleinen Aestchen in der Achsel des Schleierblättchens als eigenthümlich umgeformte Blattorgane sich entwickelten. — Die Form dieser Organe, welche wir bei der Mauerraute kennen lernten, unterscheidet sich nur in so fern, als dort längs eines Gefäßbündels eine Menge von Kapselbüschelchen sich beisammen unter einem, wohl aus einer Vereinigung ihrer Schleierblättchen zu erklärenden, Hautleistchen stehen. — Wenn innerhalb der Kapselchen die Brutzellen sich ausgebildet haben, so trocknet das äußere Zellgewebe, und die dabei stark zusammenschwindenden Zellen des Ringes veranlassen einen wagerechten Riß auf der entgegengesetzten Seite der Kapsel. Die Sporen (Brutzellen) fallen durch diesen Riß heraus und dienen als wirkliche Sporen zur Fortpflanzung der Farren.

Bei dem rothen Streifenfarren (Fig. 92, b), welcher das Beiwort seines Namens der braunrothen, im Alter aber schwarzglänzenden Färbung der stielartigen Theile seines Wedels verdankt, geht die Theilung des Wedels immer so vor sich, daß der stärkere Lappen sich auf einem Stiele verlängert, während der geringere Lappen ungestielt und ungetheilt bleibt, und ein ovales, am Rande herum fein eingekerbtes Blättchen zur Seite des ersteren darstellt. Der ganze Wedel

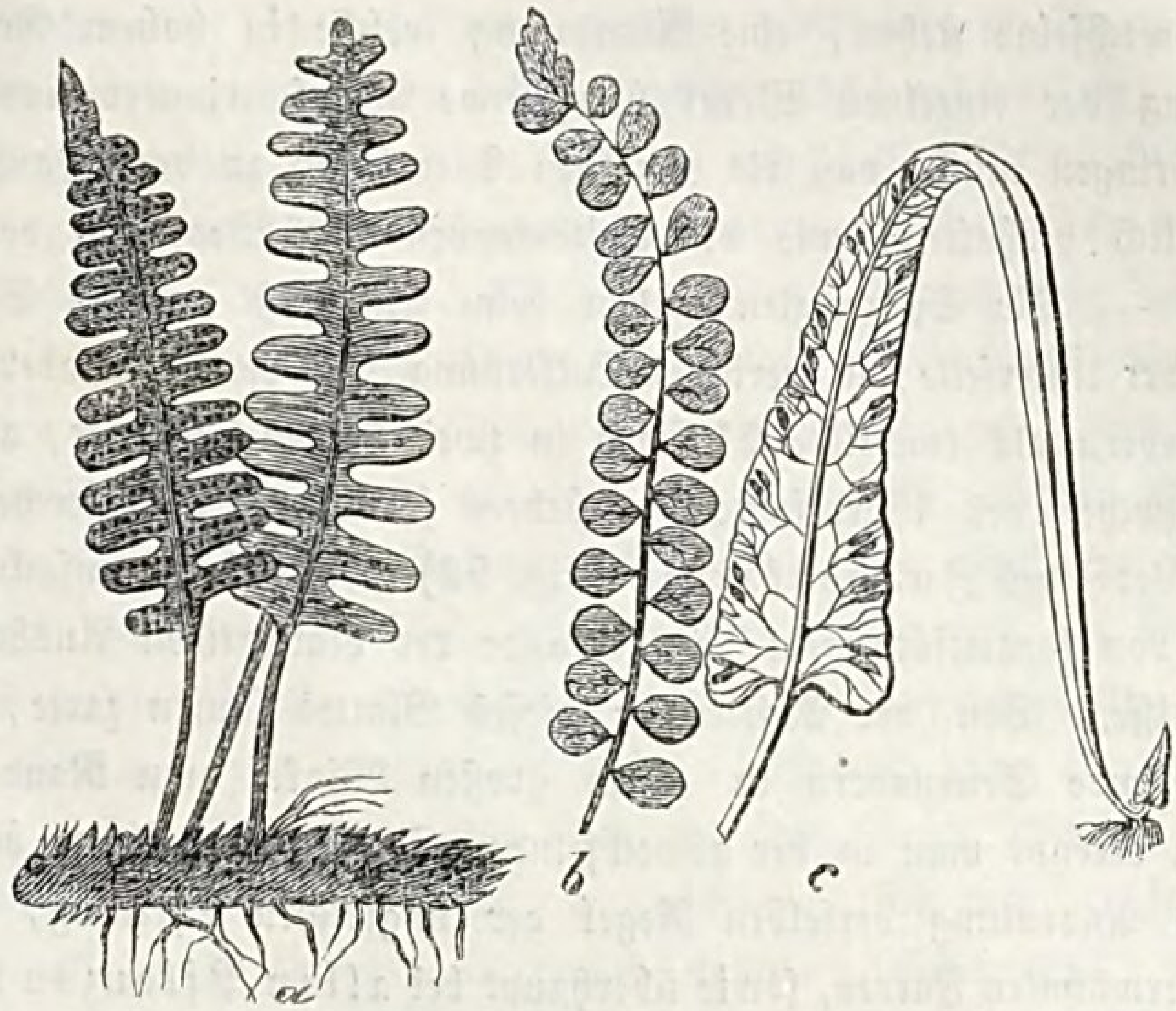


Fig. 92. Laubfarren. *

a Der Tüpfel- oder Engelsüßfarren (Polypodium vulgare) von der Vorder- und Hinterseite, 1/6 d. nat. Gr.; b ein Wedel des rothen Streifenfarren (Asplenium trichomanes), 1/2 d. nat. Gr.; c ein Wedel vom wurzelnden Streifenfarren (Asplenium rhizophyllum), 1/2 d. nat. Gr.

bekommt auf diese Weise die Gestalt eines bis 6 Zolle langen Stieles, zu dessen beiden Seiten abwechselnd solche ungestielte Blättchen sitzen. Nur an der Spitze sieht man den letzten Lappen so eben in der Theilung begriffen.

Beim gemeinen Tüpfelfarren oder Engelsüß (Fig. 92, a) theilen sich ebenfalls die zur Seite gedrängten Lappen des Wedels nicht, und sie erscheinen nicht allein ungestielt, sondern das zwischen ihren, sich ähnlich, wie in den Läppchen der Wedel des Wurmfarren, verästelnden Gefäßbündeln ausgebreitete Parenchym erstreckt sich auch an den, die stielartige Mittelrippe des ganzen Wedels darstellenden stärkeren Gabelästen saumartig bis zu dem nächstfolgenden Seitenlappen der gleichen Seite. So erscheint der ganze Wedel dieses Farren als eine Blattgestalt von allgemein lanzenförmigem Umrisse, dessen Rand aber tiefe, fast bis zur Mittelrippe eindringende auf beiden Seiten abwechselnde Einschnitte besitzt. — Bei dieser Gattung sieht man an dem wagerecht im Moder des moosigen oder grasigen Waldgrundes, an Baumwurzeln oder in Fels- und Mauerritzen, liegenden holzigen Stocke, welcher etwa die Dicke eines Federkieles besitzt, stets sehr deutlich die dicht stehenden Spreublättchen, durch welche er, von der braunen Moderfarbe abgesehen, unverkennbare Aehnlichkeit mit einem Stengelstücke eines Bärlappmooses verräth. Diese Deutlichkeit rührt daher, daß die Stiele der abgestorbenen älteren Wedel hier nicht als abfaulende Reste am Stocke zurückbleiben, sondern sich ganz am Grunde ablösen. Es entsteht nämlich, sobald die Lebensthätigkeit in dem Wedel erloschen ist, eine Ansammlung der Säfte in der Umgebung der Zellen des Stockes, welche seine Befestigung bilden, und es beginnt in Folge derselben eine Entwicklung von Zellen, durch welche, da sie mit den alten Zellen des Wedelstieles nicht in Zusammenhang treten, der letztere abgelöst und an der Ablösungsstelle eine flache Warze mit ringförmigem Randwulste, eine sogenannte Narbe, hervorgebracht wird. Man sieht solche Narben an dem älteren Theile des Engelsüßstockes gleichsam auf zweien Linien mit

einander abwechselnd stehen, eine Anordnung welche in hohem Grade an die bei der Theilung der einzelnen Wedel herrschende Regel erinnert und uns auf den Gedanken bringen muß, daß die einzelnen Wedel sich zu dem Hauptstocke einigermaßen ähnlich verhalten, wie die Seitenlappen der Wedel zu dessen scheinbarer Mittelrippe. — Die Sporangien stehen beim Engelsüß an den Seitenlappen der Wedel auf der Unterseite, in geringer Entfernung von der Mittelader derselben, auf den Seitenadern als rundliche Häufchen in zwei Reihen geordnet, also ähnlich wie auf den Läppchen des Wurmfarren, entbehren jedoch der Schleierchen gänzlich.

Der Wedel des Zungenfarren (Fig. 93) gleicht einem einfachen, kurz gestielten Blatte von lanzettförmigem, am Grunde der blattartigen Ausbreitung herzförmigem Umrisse. Von der Mittelrippe dieses Blattes laufen zarte, sehr nahe bei einander stehende Seitenadern in einem großen Winkel zum Rande; bei genauer Betrachtung erkennt man in der abwechselnden Stellung der Adern beider Blattseiten deutlich die Andeutung derselben Regel der ungleichen Theilung, welche wir bei den vorher erwähnten Farren, sowie überhaupt bei allen Pflanzen dieser Klasse bemerken. Das Parenchym zwischen den Adern ist am Rande stärker ausgebreitet als in der Nähe der Mittelrippe, woher es rührt, daß der Rand wellig hin und her gebuchtet erscheint. Die jungen Wedel sind bischofsstabförmig eingerollt, eine Eigenthümlichkeit, welche ebenfalls allen Laubfarren gemeinsam zukommt. Auch hier ist der an der Erde sich verbergende Stock, sowie theilweise der Wedel, besonders der Stiel und die Mittelrippe, mit Spreublättchen von haarähnlicher Schmalheit dicht besetzt, welche jedoch an den Wedeltheilen meistens frühzeitig abfallen. Die

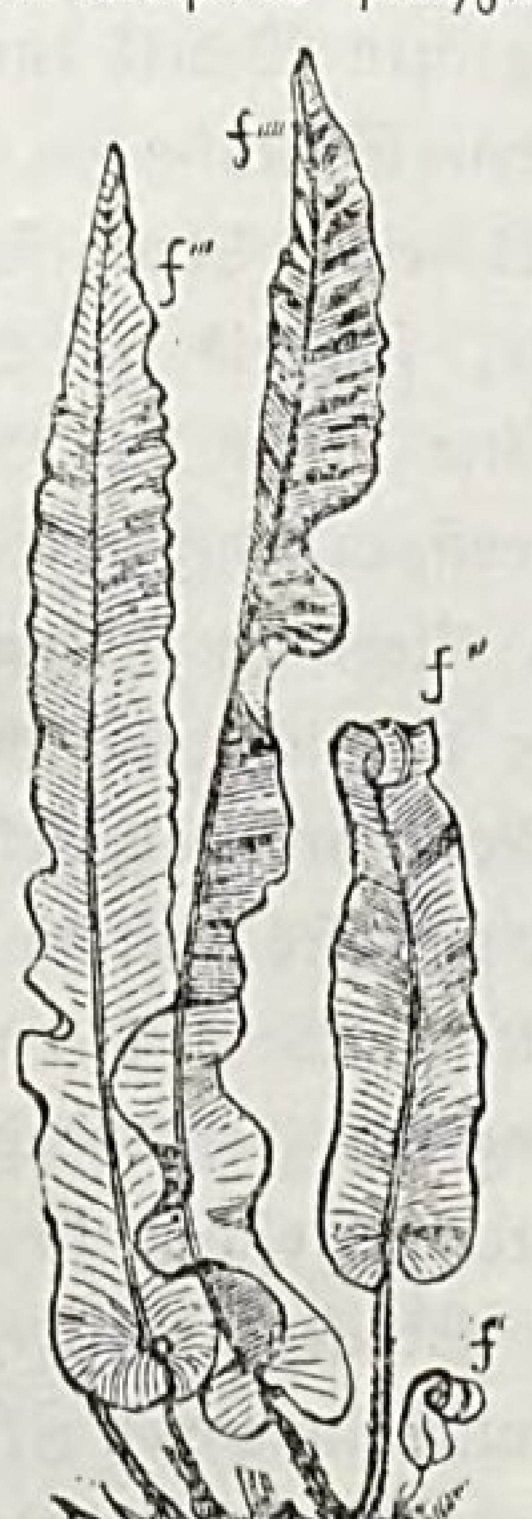


Fig. 93. Der Zungenfarren (Scolopendrium officinale). *

* An dem mit Spreublättern besetzten Stocke stehen vier Wedel: f' ist in der ersten Entwicklung begriffen; f'' schon fast entfaltet; f''' ausgebildet; f'''' trägt auf der Rückseite die Sporangienhäufchen, welche als dunkle Querlinien erscheinen.

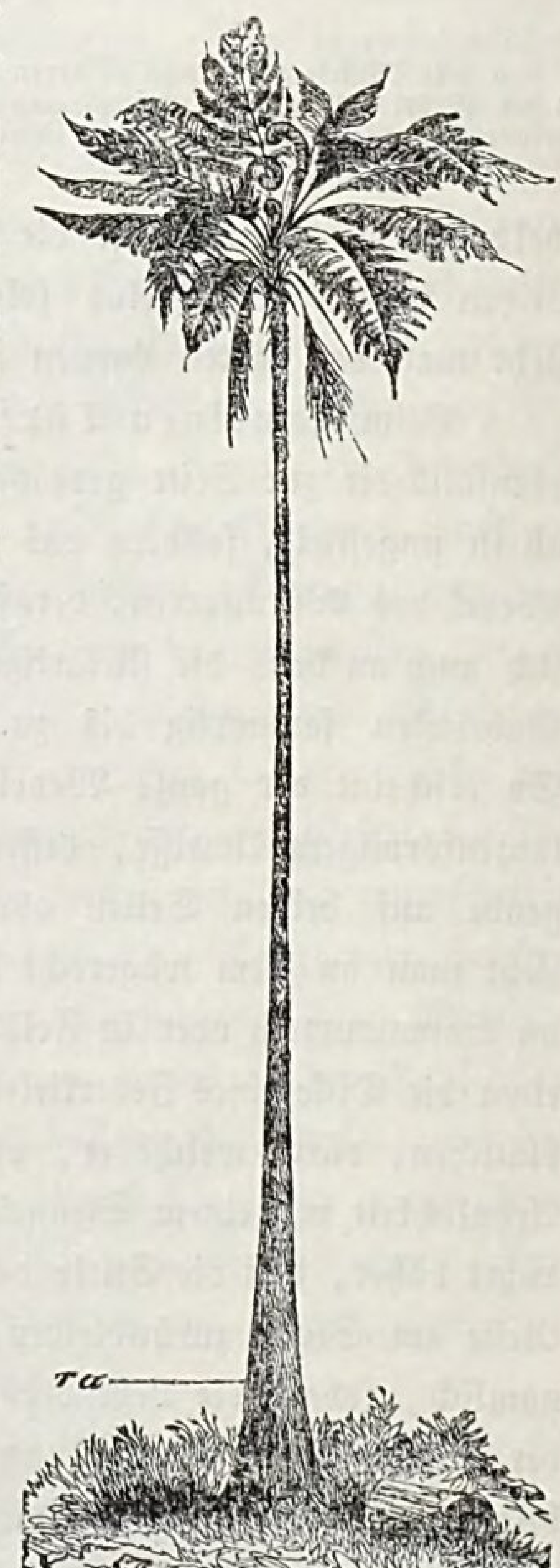


Fig. 94. Ein baumartiger Laubfarren (Alsophila perrotetiana) aus Ostindien.*

* ra Herablaufendes Wurzelgeflecht, welches den Stock nach unten kegelförmig verdickt.

Sporangien entwickeln sich in mehr oder weniger vollständigen Linien längs der Seitenadern unter einem gemeinsamen leistenförmigen Schleierhäutchen.

Die Laubfarren, welche bei uns an Mauern und Felsen, in Wäldern und auf Wiesen wachsen, geben uns sämmtlich nur einen geringen Begriff von der Entwicklung, bis zu welcher sich viele dieser Klasse angehörige Pflanzen in den tropischen Gegenden der Erde erheben. Hier kriecht der Stock vieler Laubfarren nicht am Boden hin, unter Moos und Gräsern und Modererde verborgen, sondern derselbe steht gerade aufgerichtet und erreicht mitunter eine Höhe bis sechszig Fuß und angemessene Dicke. So stellt die Pflanze (Fig. 94) einen herrlichen Baum dar, welcher am Gipfel mit einem Büschel oft gewaltig großer und auf das zierlichste zertheilter Wedel geschmückt ist, und dessen Stamm von den zerfaserten Ueberresten der älteren abgestorbenen und vergangenen Wedel wie mit einer schuppigen Rinde bekleidet erscheint. Der Stamm wächst stets nur an seinem Gipfel. Sein Fuß steht mit einem Stumpfe auf dem Boden, in welchem er sich durch zahlreiche Wurzeln, welche überall unter den Wedeln hervorsproßten, festklammert, und, sowie derselbe höher und höher emporwächst, kriechen zwischen den Ueberresten der Wedel stets neue, stets höher entspringende Wurzeln herab und bilden vollends ein, verfilzten Seilen und Fasern gleichendes Gewebe, welches denselben umhüllt und an seinem Grunde kegelförmig verdickt erscheinen läßt, bis zur Verdoppelung, ja Verdreifachung seines wirklichen Durchmessers.

Der Stock der Laubfarren im Allgemeinen ist seiner ganzen Länge nach überall von gleichbleibender Dicke. Derselbe besteht aus einem parenchymatischen Zellgewebe, dessen Zellen großentheils durch Verdickung der Zellhaut, vermittelst innerhalb aus dem Zellsafte abgesetzter mehrfacher Schichten von Cellulose eine holzig feste Beschaffenheit erlangt haben. Dieses Parenchym ist durch breite bandartige, aber in eine Röhre zusammengestellte Gefäßbündel, welche aus vielem Prosenchym und zahlreichen, stark entwickelten Tüpfelgefäßen, besonders aber auch Treppengefäßen (Fig. 88, a) bestehen, in einen innerhalb der bezeichneten Röhre eingeschlossenen Theil, das Mark (medulla), und einen die Röhre äußerlich umhüllenden Theil, die Rinde (cortex) geschieden. Da die einzelnen Gefäßbündel sich nicht ihrer ganzen Länge nach unter einander berühren, sondern zwischen den einzelnen Berührungsstellen sich maschenartig von einander trennen, so geht durch diese Lücken das Parenchym der Rinde vielfach in das des Markes über. Vereinzelte, zerstreute Gefäßbündel durchziehen auch wohl, besonders bei den Baumfarren, die Rinde und selbst das Mark, und treten, letztere durch jene Maschen hindurch, unmittelbar mit den Gefäßbündeln der Wedel zusammen. Die Gefäßbündel sind meistens mit einer Schicht vorzüglich verholzter (d. h. dickwandiger), langgestreckter Zellen bekleidet, sowohl auf der Rinden-, als auch auf der Markseite. Diese Zellen sind durch dunkelbraune Färbung ausgezeichnet hervorstechend (Fig. 95). Bündelartige Gruppen eben solcher Zellen zeigen sich unregelmäßig zerstreut auch im Marke und in der Rinde. Die ganze Masse des Stockes ist bei allen Laubfarren sehr reich an einer Substanz, welche man Tannin, auch Gerbsäure oder Gerbstoff nennt, und deren chemische Mischung durch die Formel $C^4 H^5 O^3$ ausgedrückt wird. Die letzteren Benennungen verdankt diese Substanz der wichtigen Anwendung, welche in der Gerberei von derselben gemacht wird, wobei man bekanntlich Eichenrinde oder andere ebenfalls

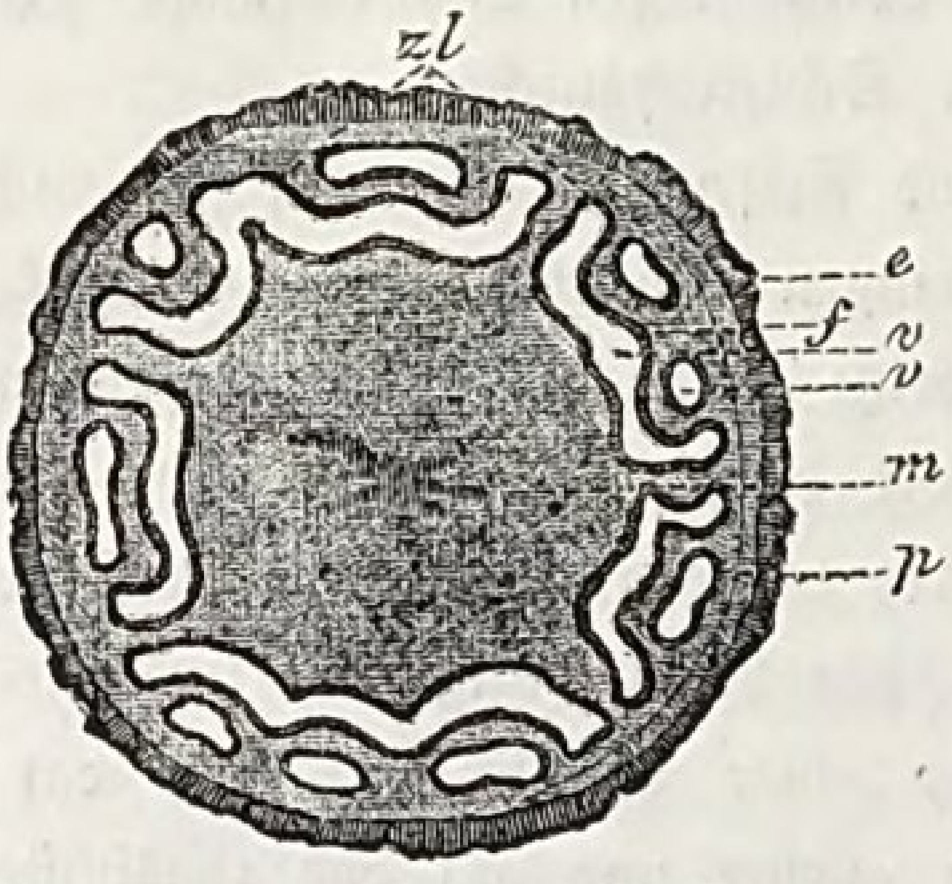


Fig. 95. Durchschnitt des Stockes eines Baumfarren (Cyathea arborea) aus Ostindien. *

* m Mark, welches die ganze Mitte des Stockes einnimmt; zl Gefäßbündel, welche hier in einem vielfach gebogenen unterbrochenen, bei andern Gattungen in einem stetig zusammenhangenden Gürtel stehen; f braungefärbte langgestreckte Parenchymzellen; v die Bündel weißlich gefärbter Treppengefäße; p Rindenparenchym; e die aus den Ueberresten der Wedel, aus Spreublättchen und Wurzelgeflecht bestehende äußere borkenähnliche Decke.

an Tannin reiche Rinden, oder zur Bildung jenes Stoffes fähige Blätter, Galläpfel u. s. w., mit den Thierhäuten, aus welchen Leder bereitet werden soll, zusammen in eine Grube verpackt und mit Wasser übergießt. Das Tannin geht mit dem in den Thierhäuten enthaltenen Leimstoffe eine eigenthümliche Verbindung ein, welche sehr knetbar, zäh und geschmeidig ist, worauf die Haltbarkeit und Weichheit des Leders beruht. Die Stöcke der Laubfarren (und ebenso die Wedel) können ihres Tanningehaltes wegen als ausgezeichnetes Gerbmittel benutzt werden. Das Tannin ist ein Produkt der Vermoderung der nicht mehr lebensthätigen Zellen. Die Bildung desselben geht vor sich unter Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlensäure, und mit gleichzeitiger Bildung von Ulmin und Humin, sowie von Ulmin-, Humin-, Geïn-, Quell- und Quellsatzsäure. Auch in den oben genannten Rinden und anderen Gerbmitteln ist das Tannin von solchen Säuren begleitet und seine Entstehung eben so zu erklären. Bei mehreren Baumfarren ist das Parenchym des Stockes so reich an Stärkekörnchen, welche in den Zellen sich ansammeln, daß dasselbe als ein treffliches Nahrungsmittel dient. So der eßbare Tutenfarren (Cyathea medullaris) auf Neuseeland, dessen etwa klafterhoher Stock ein mit klebrigem rötlichem Safte durchdrungenes, stärkereiches Mark besitzt, welches von den Eingeborenen jener Inseln zum Verspeisen gebraten wird. Ganz ähnlich ist daselbst die Benutzung der in Ostindien und auf vielen Südseeinseln verbreiteten Gleichenie (Gleichenia Hermanni). Außer den genannten Substanzen enthalten die Laubfarrenstöcke noch mancherlei andere, besonders bittere und zusammenziehende (adstringentia), in Folge deren sie als Arzneimittel Anwendung finden, wie der gemeine Wurmfarren (Aspidium filix mas) * und die amerikanische Ocallahuala (Aspidium coriaceum), welche unter dem verdorbenen Namen radix calahualæ oder calagualæ zu uns kommt. Die bitteren Substanzen sind von harzartiger Beschaffenheit. Mancherlei andere Substanzen der Laubfarrenstöcke sind noch nicht näher untersucht. Nur der Wurmfarren und der gemeine Adlerfarren sind in dieser Beziehung gründlicher bekannt; ersterer enthält außer dem Tannin, Galläpfelsäure (Gallussäure), Essigsäure, schmalzartiges Fett, ätherisches Oel und bitteres Harz, Zucker, dann kohlensaures und schwefelsaures Kali, Chlorkalium, kohlensauren und phosphorsauren Kalk, Alaun, Kieselerde und Eisenoxyd. Nach der Einäscherung ist das Kali größtentheils in kohlensaures Kali verwandelt, welches aus der Asche durch Auslaugung in großer Menge gewonnen werden kann. — Der größte

* Der Name Aspidium filix mas, d. h. männlicher Schildfarren, welchem ein anderer A. f. femina, d. h. weiblicher Schildfarren, gegenübersteht, könnte leicht mißverstanden werden. Man hat diese sehr alten Benennungen, welche sich wohl nur darauf gründen, daß die Wedel der ersteren Gattung höher werden, als die der zweiten, nur ihres Alters wegen beibehalten, obgleich beide Pflanzenarten keineswegs wie Männchen und Weibchen zusammengehören.

Theil des Farrenstockes ist meistens abgestorben und mehr oder weniger in Fäulniß begriffen, was sich an der moderbraunen Färbung zeigt. Die Gefäße bleiben oft in großen Erstreckungen von dieser Färbung allein frei. Das Mark der Baumfarren ist oft großentheils ganz ausgemodert, so daß die Gefäßbündel wirklich theilweise röhrenartig einen Hohlraum umschließen (Fig. 96). Bei den am Boden sich verbergenden Stöcken ist die Durchdringung mit den oben genannten Humus- oder Modersubstanzen und in Folge dessen die braune Färbung meistens sehr stark.

Selten ist es, daß der Farrenstock sich in ähnlicher Weise gabelt, wie dieses bei den Zapfenmoosen so regelmäßig der Fall zu sein pflegt. Doch kommen auch hiervon Beispiele vor. Man sieht in einem solchen Falle auf einem Längsschnitte, daß das Mark des Stockes sich in seiner ganzen Dicke in die beiden Gabeläste hinein erstreckt, so daß keineswegs der eine derselben als ein Seitenzweig betrachtet werden kann (Fig. 97). Häufig sind derartige Gabelungen des Stockes beim ästigen Tüpfelfarren (Polypodium ramosum).

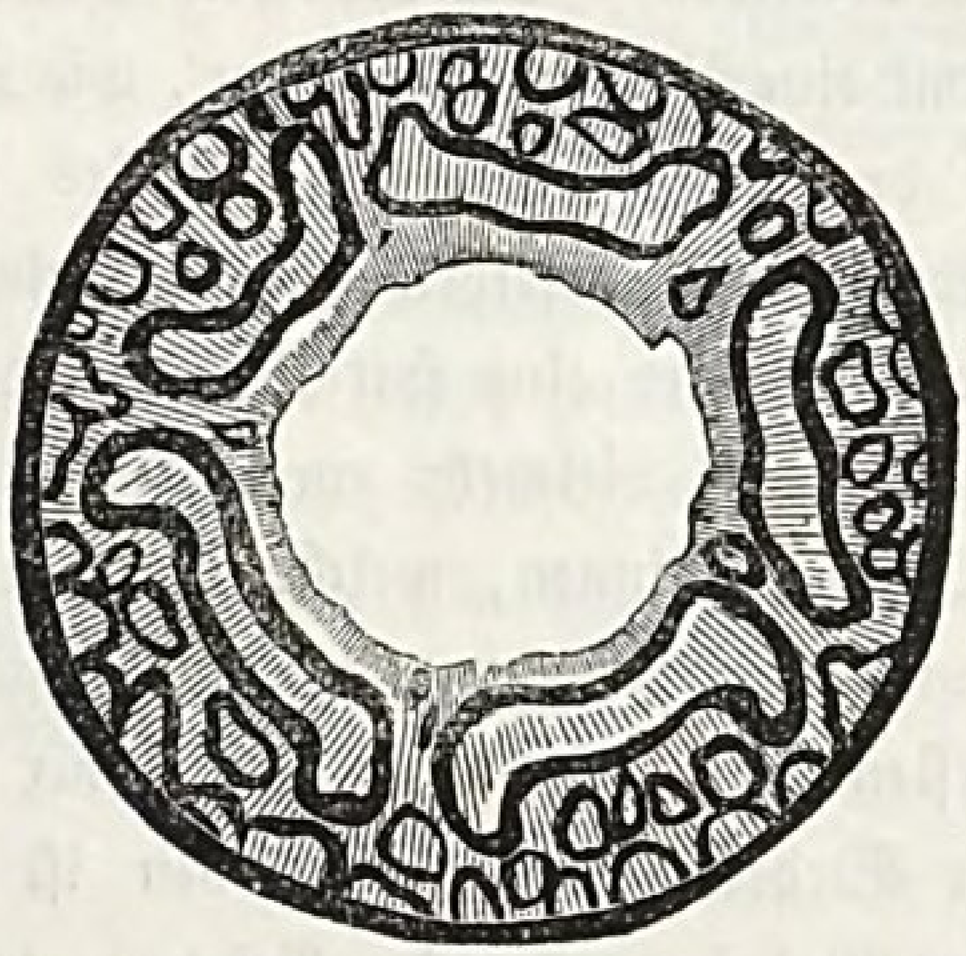


Fig. 96. Durchschnitt durch den hohlen Theil eines Baumfarrenstockes. Man sieht am Rande herum sehr zahlreiche Durchschnitte von Gefäßbündeln, welche mit den abgestorbenen Wedeln in Verbindung standen.

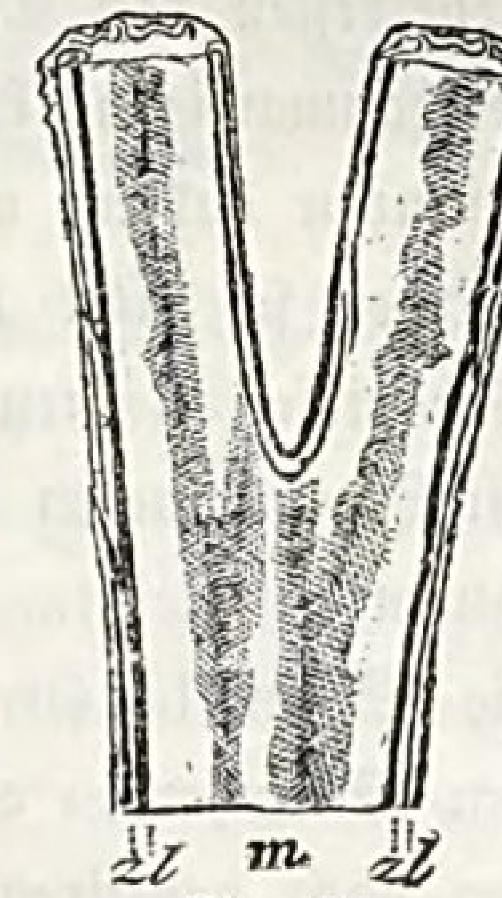


Fig. 97. Senkrechter Schnitt eines ostindischen Baumfarren (Alsophila perrotetiana, Fig. 94) in der Höhe einer Gabeltheilung. *

* m Mark; gl Gefäßbündel.

Der ganzen Länge nach ist der Stock mit Spreublättchen (paleæ) dicht bedeckt, welche bald einen haarartigen dichten Filz (Fig 89) oder spreuige Schuppen (Fig. 92) darstellen und meistens gelbe oder bräunliche Farben besitzen. Wir haben oben gesehen, daß diese Spreublättchen die eigentlichen Blätter der Laubfarren sind. Da dieselben aber sehr unvollkommen bleiben, so scheinen sie sehr unwesentliche Dienste für die Vegetation der Pflanze zu leisten, und fallen an den Baumfarren großentheils ab, oder verfaulen bei den niederliegenden Stöcken.

An der ganzen Länge des Stockes entspringen Wurzeln. Dieselben bestehen aus dichtem Parenchym und enthalten Gefäßbündel. Sie zertheilen sich vielfach in feinere Zweige, deren letzte, zarteste Büschel mit haarförmigen Zellchen dicht besetzt sind. Bei den Baumfarren, wo sie mitunter den ganzen Stock, an welchem sie herabkriechen, mit einem dichten Flechtwerke bekleiden (Fig. 98, d), fehlen sie bei manchen Arten am oberen Theile des Stockes fast ganz. In letzterem Falle sind dann die am untersten Theile stehenden Wurzeln um so kräftiger entwickelt.

Bei einigen Laubfarren kommen seitenständige Knospenbildungen vor, durch welche sich wirklich Zweige entwickeln, welche die Form des Stockes nachahmen; so beim Wurmfarren. Doch ist dieser Fall im Ganzen selten; bei Baumfarren kommt derselbe niemals vor. Solche erscheinen daher nie verzweigt.

Aber die Wedel, diese scheinbaren Blätter, sind, wie ihre Entwicklung lehrt, die eigentlichen Zweige der Laubfarren. Bei der Unvollkommenheit der eigentlichen Blätter, der sogenannten Spreublättchen, übernehmen sie gleichsam die Rolle derselben. Ihre äußere Form ist höchst mannigfaltig, wie die oben gegebenen Beispiele schon

andeuten; immer schön und malerisch, selten einfach und mit unzertheilter Ausbreitung des Parenchyms zwischen den ungleich gabeligen Verästelungen der aderähnlichen Gefäßbündel, meistens vom Rande her lappig, und oft sehr vielfach und zierlich eingeschnitten. Bei der Mehrzahl der Gattungen, sowohl der niederliegenden, als der baumartig aufgerichteten, ist das Zellgewebe der Wedel mit dem des Stockes so verbunden, daß die absterbenden Wedel sich nicht ablösen können, sondern bis auf ihren untersten holzigsten Theil abfaulen und mit ihren letzten zerfasernden Ueberresten den Stock bekleiden. Bei manchen Gattungen dagegen, besonders auch bei baumartigen, kommt eine Narbenbildung vor, wie wir sie beim Engelsüßfarren gefunden haben, und der ältere Theil des Stockes ist dann mitunter mit solchen Narben so dicht bedeckt, daß dieselben sich gegeneinander rautenförmig abgrenzen. Bei diesen Rauten tritt weniger eine spiralige Anordnung, wie bei den Blattnarben der Lycopodiaceen hervor, als vielmehr eine Stellung in geraden, am Stocke herablaufenden Reihen. In den Rinnen, welche zwischen diesen Rauten bleiben, bilden die Spreublättchen und Wurzelzasern eine filzartige Füllung. Am jüngsten, bei den Baumfarren obersten Ende, steht zerstreuter oder zusammengedrängter der Schopf der noch vegetirenden Wedel. Sehr verschieden ist der Wuchs der Laubfarren je nach der Stellung der Wedel am Stocke. Bei den einen dehnt sich der Stock zwischen je zweien auf einander folgenden Wedeln sehr in die Länge. In diesem Falle erscheint derselbe bei den im Boden wachsenden Gattungen wirklich wurzelähnlich, wie beim Adlerfarren unserer Wälder, während er bei den über der Erde wachsenden, wie bei dem bindfadendicken ostindischen Kletterfarren (Lygodium scandens) und andern, an Felsen oder Bäumen kletternd, in die Höhe steigt. Bei anderen Farren stehen die Wedel sehr nahe beisammen, wie beim Wurmfarren, und in diesem Falle liegt derselbe in oder auf der Erde, oder erhebt sich dann baumartig (Fig. 98). — Die Wedel sind auf beiden Seiten mit einer dichten Oberhautschicht

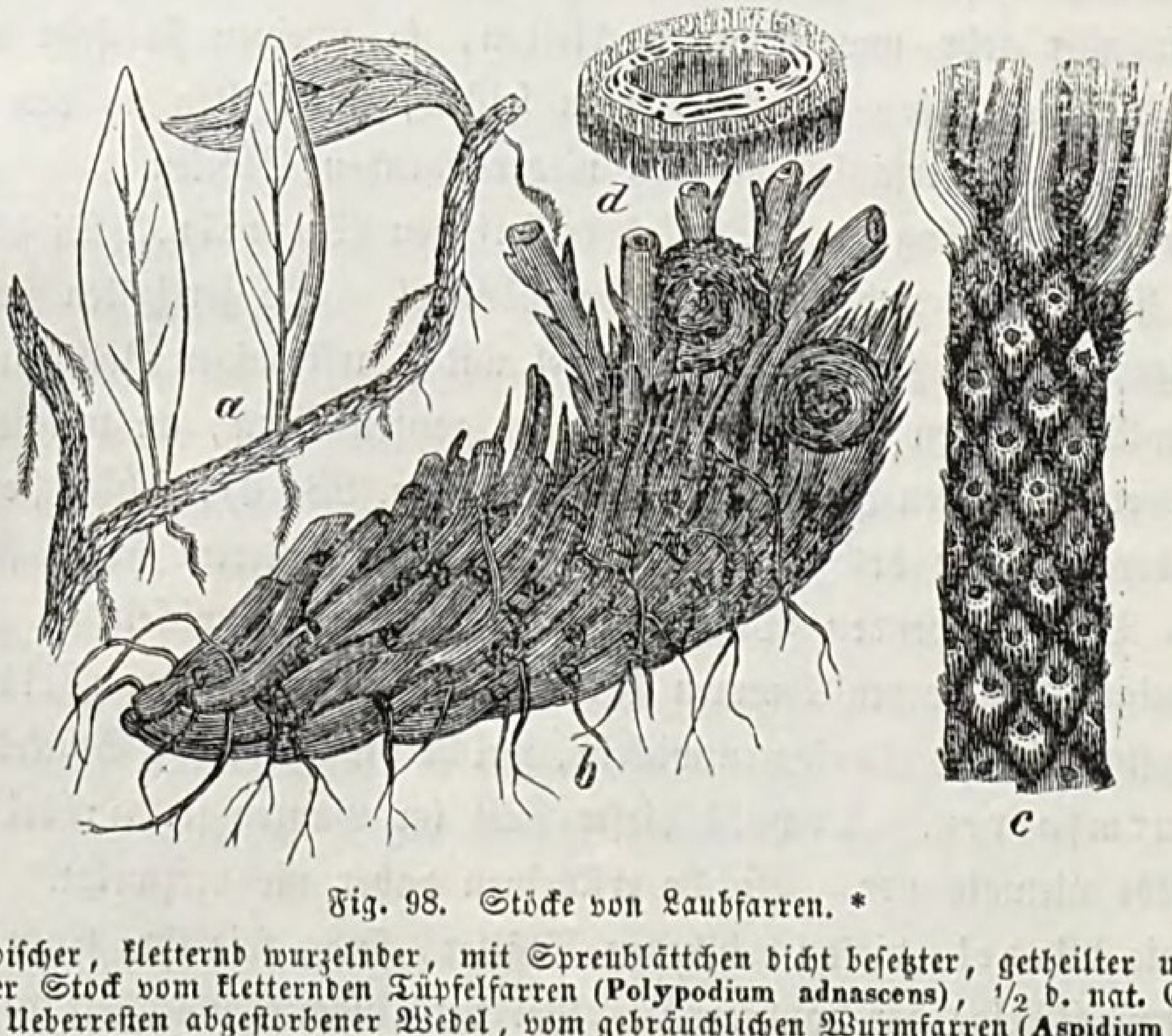


Fig. 98. Stöcke von Laubfarren. *

* *a* Oberirdischer, kletternd wurzelnder, mit Spreublättchen dicht besetzter, getheilter und blattähnliche Wedel tragender Stock vom kletternden Tüpfelfarren (**Polypodium adnascens**), $1/2$ d. nat. Gr.; *b* ein Stock mit zahlreichen Ueberresten abgestorbener Wedel, vom gebräuchlichen Wurmfarren (**Aspidium filix mas**), $1/4$ d. nat. Gr.; *c* der obere Theil der ostindischen Baumfarren (**Cyathea arborea**), $1/15$ d. nat. Gr.; *d* ein Stück eines Baumfarren von den Antillen, bei welchem der ganze Stock mit einer dicken Lage durch einander gefilzter Wurzelfasern bedeckt ist; $1/6$ der nat. Gr. Das Mark ist vergangen und der Gefäßbündelcylinder erscheint daher hohl.

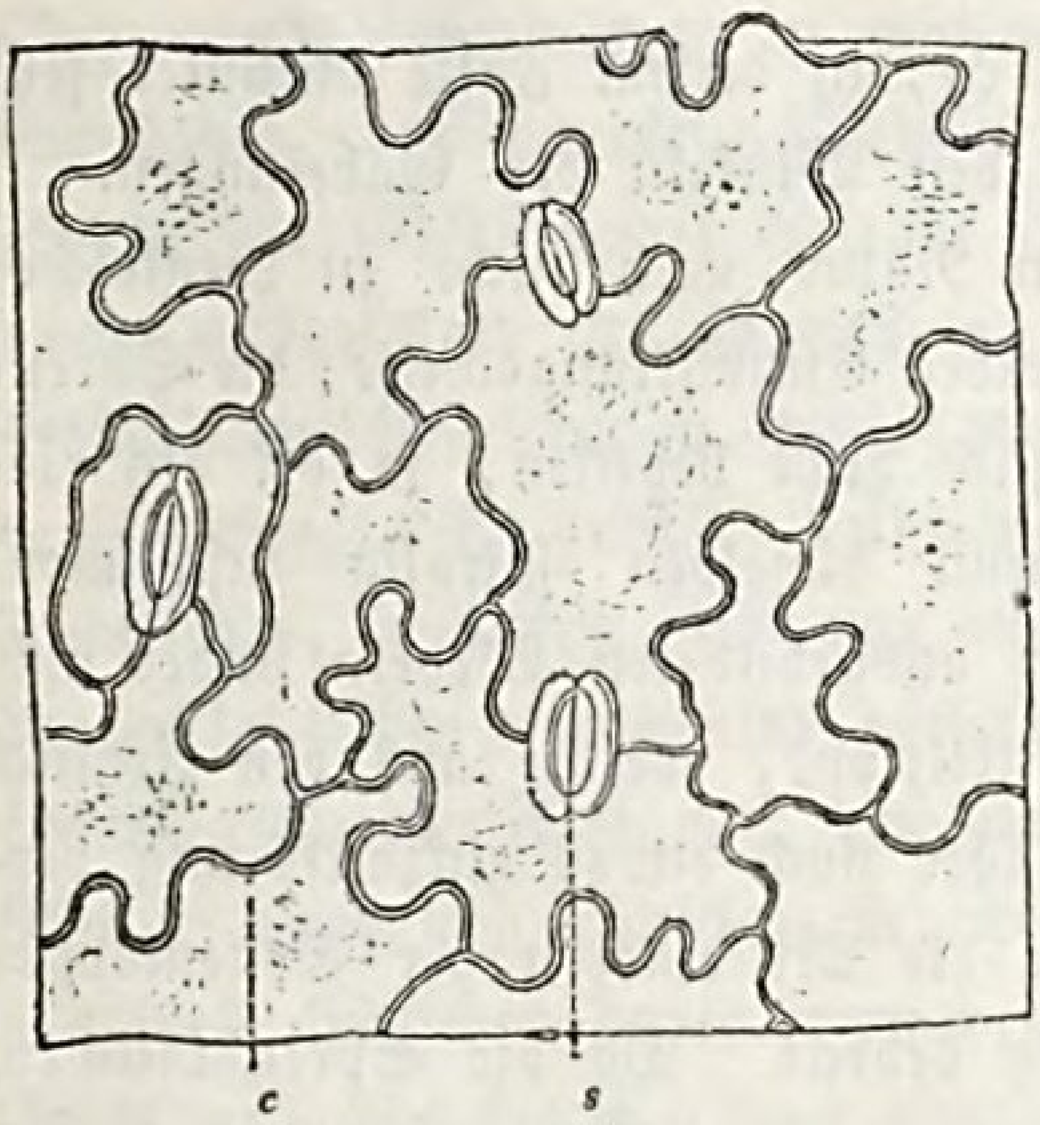


Fig. 99. Ein Stück Oberhaut von der Unterseite des Wedels des Adlerfarren (Pteris aquilina), 500fach vergrößert. *

* s Spaltöffnungen, deren jede von zwei kleinen hervorragenden, einfach gestalteten Zellen begrenzt ist; c Wandungen der Oberhautzellen, welche gewundene Linien darstellen.

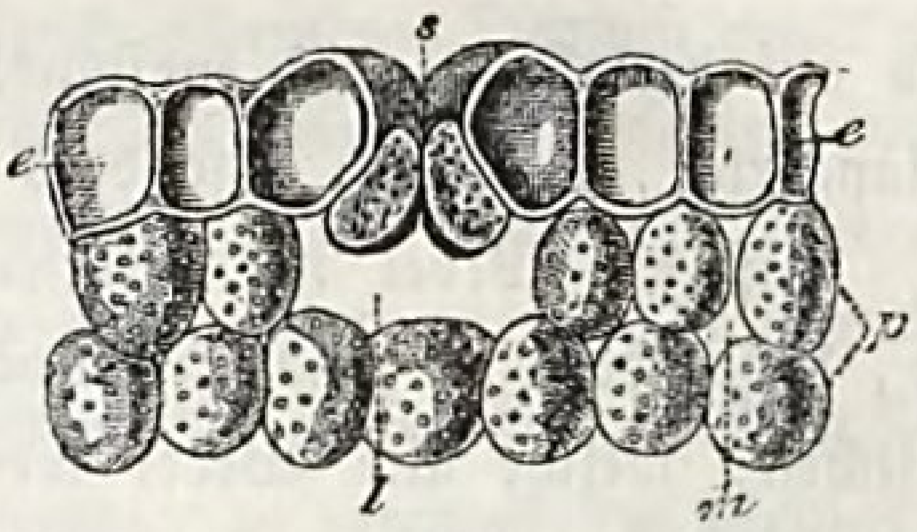


Fig. 100. Durchschnitt durch die Oberhaut eines Wedels mit einem Theile des inneren Parenchyms.*

* s Spaltöffnung; ee dichtgedrängte Zellen der Oberhaut; p Parenchymzellen mit Chlorophyllkörnchen; l Luftlücke unter der Oberhaut; m Lufträume zwischen den lockeren Parenchymzellen.

sehr eigenthümlich in einander gedrängter Zellen bekleidet, welche an der oberen (inneren) Blattfläche häufig aus mehrfachen Zellenlagen besteht. Die Oberhaut der Unterseite (Fig. 99) ist mit vielen sehr regelmäßigen Spaltöffnungen versehen, unter welchen sich Lufthöhlungen im Parenchym befinden (Fig. 100). Das innere Gewebe der Wedel besteht nur in einigen seltenen Gattungen aus einer einzigen Zellenschicht. In den meisten Farren findet man eine zweifache innere Zellenschicht, eine obere, aus kurz cylindrischen, gegen die Oberfläche senkrecht stehenden Zellen, und eine untere, aus lockerem, kugeligem oder schwammigem Parenchym gebildete. Die Zellen der inneren Schichten sind mit reichlichen Chlorophyllkügelchen, welche im Zellsafte schwimmen, grün gefärbt. Die in den Wedeln sich verästelnden Gefäßbündel bestehen aus Prosenchymzellen mit vielen punktirten (Tüpfel-) Gefäßen und Treppengefäßen, besonders aber kommen hier auch Spiralgefäße vor, deren innere spiralige Verdickungsleisten sich oft beim Zerreißen der Gefäße vollkommen herausziehen und abrollen lassen. Der stielartige untere Theil der Wedel, sowie die stielartigen Theile der Lappen enthalten unter einer theilweise mit Spaltöffnungen versehenen Oberhaut und einer Parenchymrinde starke, durch Parenchym verbundene Stränge von Gefäßbündeln, welche oft sehr charakteristische Gruppirungen zeigen und, wie die Gefäßbündel des Stockes, mit einer Schicht moderbrauner langgestreckter Zellen bekleidet sind. Dieselben sind es, welche bei unserem bekannten Adlerfarren auf dem Durchschnitte der Wedelstiele den schwarzen „doppelten Adler" darstellen. Ueber und unter den Gefäßbündeln der Wedel finden sich nicht selten Bündelchen von sehr langgestreckten und zähen Prosenchymzellen, welche ganz den Bastzellen vollkommenerer Pflanzen gleichen und auch mit diesem Namen belegt werden. Häufig erscheinen die Wedelstiele äußerlich grün, wenigstens so weit sie frei der Luft ausgesetzt sind; bei vielen Gattungen sind sie braun oder schwarz; so weit sie in der Moderschicht des Bodens verborgen sind, haben sie stets eine schwarzbraune Färbung.

Sehr häufig kommt es vor, daß sich einzelne Zellen oder Zellengruppen eines Wedels aus dem Verbande desselben trennen, Zellenhäufchen bilden, welche als ächte Knospen an diesen blattförmigen Zweigen zu betrachten sind, und welche später selbstständig, noch in äußerlicher Verbindung mit dem Wedel, zu einer neuen Pflanze heranwachsen. Solche mit Wurzeln und Spreublättchen, oft sogar schon mit jungen Wedeln versehene Brutpflänzchen stehen bald mitten auf der Fläche eines Wedels,

bald auf der Spitze des endständigen (Fig. 92, c), in diesem Falle mitunter sehr verlängerten, Lappens, besonders häufig aber in den Winkeln der Gabelungen.

Daß die Wedel mit Blättern ihrer wahren Natur nach nicht zu vergleichen sind, dieses beweisen, abgesehen von der entscheidenden Entwicklungsweise, die Spreublättchen, welche alle Wedel wenigstens anfänglich dicht bedecken, ja oft als eine bräunliche Spreuschicht sie ganz einhüllen, wenn dieselben spiralig zusammengerollt an das Tageslicht treten. Auch an ganz ausgebildeten Wedeln findet man bei manchen Farren wenigstens die scheinbare Mittelrippe, welche aus den ziemlich in dieselbe gerade Richtung gestreckten, meistens aber noch etwas zickzackförmig verlaufenden, stärkeren Gabelästen gebildet ist, sowie die Mitteladern der Seitenlappen mit Spreublättchen mehr oder weniger vollständig bedeckt. Da die Spreublättchen, mögen sie als Blättchen oder nur als Härchen auftreten, ihrer Entwicklung nach jedenfalls wirkliche **Blätter** sind, so könnten wir schon hieraus schließen, daß die **Wedel nicht Blätter im botanischen Sinne** sein können. Denn wir finden im ganzen Pflanzenreiche kein Beispiel von Blättern, auf welchen wieder Blätter, sei es von derselben oder von einer andern Form, ständen. Was, außer der Flächenausbreitung der Gefäßbündel und des zwischen denselben liegenden Parenchyms, die Verwechslung der Wedel mit Blättern herbeizuführen pflegt, das ist der Umstand, daß die Wedel, wie Blätter, stets eine ganz bestimmte Grenze der Vermehrung im Ganzen, wie in allen einzelnen Theilen deutlich zur Schau tragen. Nach der Ursache dieser Begrenzung zu fragen, scheint nach dem jetzigen Standpunkte unserer Kenntnisse noch nicht verstattet zu sein, ebenso wie uns dieselbe auch bei den Blättern, deren stets gleichbleibendes Maß der höchsten Entwicklung eine so merkwürdige Erscheinung ist, noch völlig räthselhaft bleibt.

Die **Wedel** der Laubfarren sind **Zweige**, **welche in der Form und in den Funktionen ächten Blättern ähneln**, **in der Begrenzung des Wachsthums** solchen sogar **gleichen**.

Die Substanzen der Wedel sind im Allgemeinen ziemlich dieselben, welche im Stocke enthalten sind. Die Stiele derselben sind mitunter eben so reich an **Stärke**, wie jener; so dienen diese Theile bei der schierlingsblätterigen Marathie (Marathia cicutæfolia) auf einigen Südseeinseln als Nahrungsmittel. Das eingeäscherte „Kraut" liefert reichliche Pottasche, ebenso wie der Stock. In Folge des Gehaltes an ätherischem Oele benutzen die Bewohner der Sandwichinseln das zerstoßene Laub einer dortigen Farrengattung, um dem Kokosnußöle einen lieblichen Duft zu ertheilen. —

Die Wedel, an welchen die **Sporangienhäufchen** sich entwickeln, haben bei sehr vielen Farren durchaus ganz die gleiche Form, wie die übrigen. Bei manchen Gattungen sind auch alle Wedel mehr oder weniger mit solchen Häufchen besetzt. Die Sporangienhäufchen (sori) werden entweder vereinzelt oder in zusammenhangenden Strichen längs der Gefäßbündel auf der Unterfläche, oder an den Endigungen derselben am Rande der Wedellappen gebildet. Letzterer Fall zeigt sich bei unserem gemeinen Adlerfarren, dessen Wedelläppchen theilweise längs der Unterseite ihres Randes eine ununterbrochene schmale Linie von Häufchen erzeugen (Fig. 101, a). Bei manchen Farren sind die Wedel, an welchen sich Häufchen entwickeln, sehr eigenthümlich gestaltet und scheinen auf den ersten Blick für ganz verschiedenartige

Organe gehalten werden zu müssen. Doch rührt diese scheinbare Verschiedenartigkeit nur daher, daß an diesen Wedeln das die Zwischenräume zwischen den letzten Gabelungen der Gefäßbündel füllende Parenchym nur sehr gering, oft fast gar nicht ausgebildet ist, so daß die Häufchen dann unmittelbar an den stielförmigen Gefäßbündelchen hangen, wobei obendrein ihre Entwicklung eine außerordentlich starke zu sein pflegt. So entsteht bald eine einfache Mittelrippe, an deren Seiten Reihen von Kapselchen, in diesem Falle von auffallender Größe, mitunter wie von Nadelknöpfchen, zweizeilig stehen, oder eine vielfach scheinästig gabeltheilige büschelige Rispe. Es kommt auch der Fall vor, daß ein einfacher blattähnlicher Wedel auf seinen beiden Flächen ganz mit Häufchen bedeckt ist und dadurch spreuig filzig erscheint. — Die einzelnen Häufchen haben entweder ihr eigenes vereinzeltes Schleierblättchen, dessen Form und Befestigung dann wieder sehr verschiedenartig sein kann, oder es ist für mehrere Häufchen ein gemeinsames, als durch randliche Verwachsung vieler gebildet zu betrachtendes, Hautleistchen vorhanden. Beim Adlerfarren zeigt dieses längs dem Rande der Wedellappen verlaufende Leistchen zahlreiche Spitzchen, welche die einzelnen Blättchen andeuten. Bald bleibt das Schleierchen bis zum Absterben des Wedels stehen, bald fällt es, wie die anderen Spreublättchen, frühzeitig ab; in einigen Fällen (Fig. 92, a) scheint es auch von vornherein zu fehlen. Alle diese Eigenthümlichkeiten werden benutzt, um die einzelnen Arten der Farren zu erkennen, da die Formenmannigfaltigkeit der Wedel sich oft jeder genügenden Beschreibung entzieht. — Die Häufchen stehen immer auf einer sich wärzchenartig erhebenden, mitunter ein

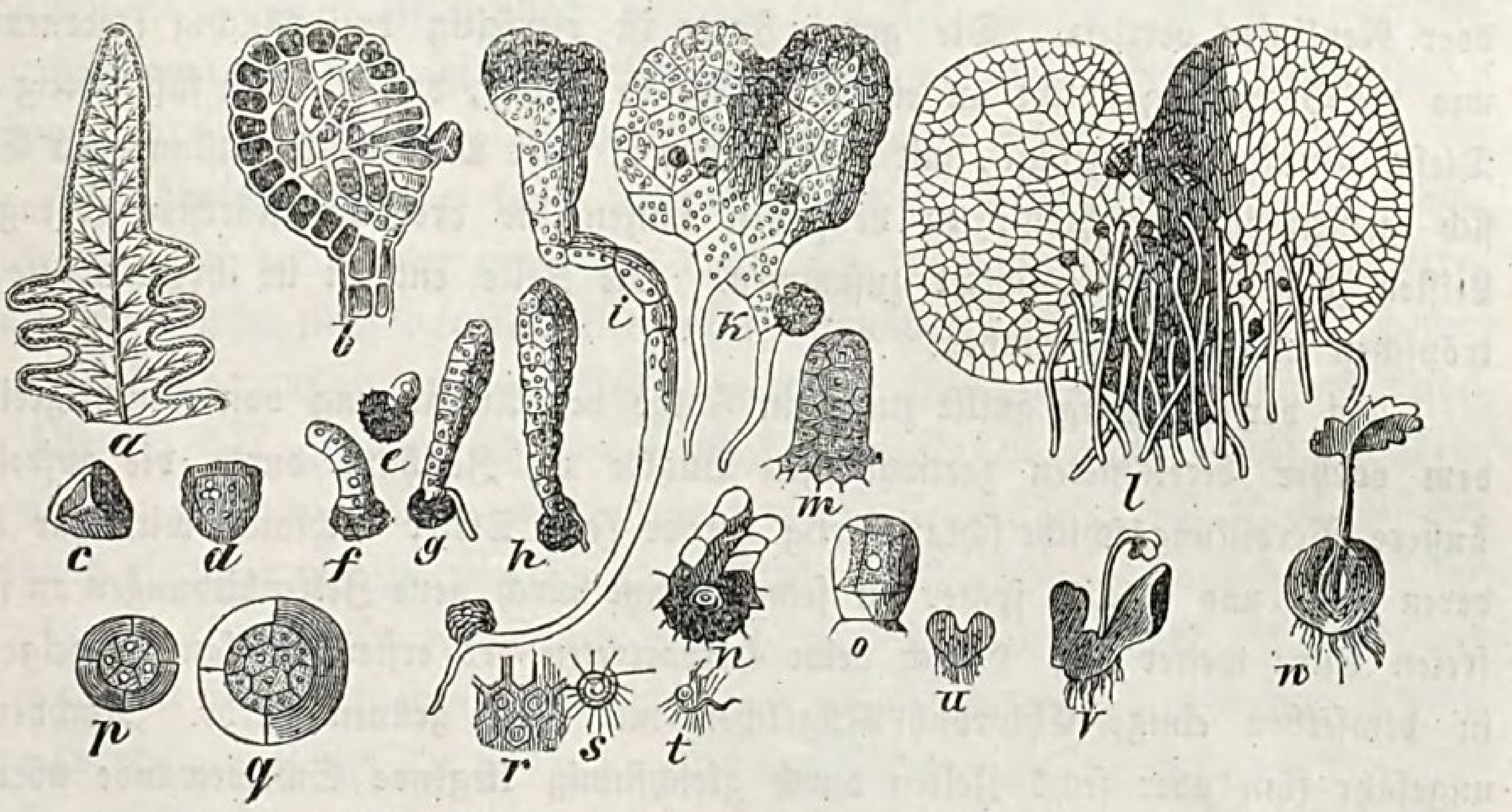


Fig. 101. Die Entwicklungsgeschichte der Laubfarren. *

* *a* Spitze des Wedels des Adlerfarren (**Pteris aquilina**) mit den am Saume der Unterseite stehenden Sporangien; nat. Gr.; *b* ein Sporangium vergrößert, im Begriffe, die Sporen zu entleeren; *c* eine Spore, stärker vergrößert; *d* eine Spore durch Behandlung mit Schwefelsäure transparent gemacht, so daß man den Inhalt erkennt; *e* eine keimende Spore (von **Gymnogramme calomelanos**), 150fach vergrößert; *f* dieselbe mit sechs Zellen, ebenso; *g* dieselbe nach begonnener seitlicher Zellentheilung und Bildung des ersten Würzelchens, 100fach vergrößert; *h* dieselbe in einem etwas anderen Zustande; *i* blattförmig sich ausbreitender Vorkeim von nördlichen Streifenfarren (**Asplenium septemtrionale**); *k* Vorkeim vom Adlerfarren, gebildet aus der Spore *c*, *d*, 50fach vergrößert; man bemerkt an demselben einige Zellenwärzchen, welche Antheridien sind; *l* ausgebildelter Vorkeim des Adlerfarren mit vielen Wurzelzellen, zwischen denen zahlreiche Antheridien stehen, und mit vier Archegonien in der Nähe des Einschnittes (bei *u* derselbe Vorkeim in nat. Größe); *m* ein Archegonium, 150fach vergößert (von **Asplenium septemtrionale**); *n* ein befruchtetes Archegonium im Längsdurchschnitte, um die Röhre desselben und die befruchtete Basalzelle am Grunde desselben zu zeigen, 150fach vergrößert (von **Pteris serrulata**); *o* Seitenansicht einer junger Antheridie, deren Gipfelzelle sich noch nicht getheilt hat, 150fach vergrößert; *p* Querdurchschnitt eines halbreifen Antheridium, um den Inhalt zu zeigen, 300fach vergrößert; *q* ebenso in etwas weiter ausgebildetem Zustande, ebenso vergrößert; *r* einige Zellen von dem Inhalte einer reifen Antheridie (von **Gymnogramme calomelanos**), 300fach vergrößert; *s* Spermazelle aus diesen Zellen, durch Jodlösung zum Stillliegen gebracht, 300fach vergrößert; *t* dieselbe halb entrollt; man sieht deutlich die Wimperfäden; *u* der Vorkeim (*l*) in nat. Gr.; *v* ein Vorkeim mit einem kleinen Wedel, welcher aus einem Archegonium hervorgebrochen ist; *w* ein solcher mehr entwickelt.

ziemlich langgezogenes Stielchen darstellenden Zellgewebsmasse. Die Sporangien entwickeln sich an dieser so, daß je eine Zelle sich ein wenig hervorhebt und dann durch eine Scheidewand in eine untere und obere Zelle theilt. Von diesen wird die untere röhrenförmig, die obere kugelig. Beide Zellen vermehren sich sodann, die untere zu einigen Zellenreihen, welche den Stiel der Kapsel bilden, die obere zu einem Zellenhäufchen, in dessen Mitte einige Zellen sich stärker entwickeln und Sporenmutterzellen werden. Die durch zweifache Tochterzellenbildung in ihnen zu vieren sich erzeugenden Sporen erreichen eine sehr kräftige Beschaffenheit, während gleichzeitig die Mutterzellenwandungen ganz verschwinden und wahrscheinlich aufgelöst zur stärkeren Ernährung der Sporen selbst verbraucht werden. Die Kapsel besitzt meistens einen deutlichen Ring dickerer Zellen (Fig. 101, b), doch fehlt ein solcher mitunter oder ist undeutlich. — Bei denjenigen Farren, deren fruchtbare Wedel ganz der blattartigen Parenchymausbreitungen entbehren, ist die Entstehung der Sporangien etwas anders, indem solche bei diesen innerhalb des, die stielartigen Gefäßbündel bekleidenden Parenchyms sich ausbilden und letzteres dadurch kugelig emportreiben, so daß daher die auffallend großen Kapselchen dieser Farren (z. B. der Ophioglosseæ und Osmundaceæ) zu erklären sind.

Die Sporen (Fig. 101, c d) welche durch einen Riß aus dem trocknenden reifen Sporangium entleert werden, sind einfache Zellen, mit einer sehr dicken getrockneten Schleimlage, der sogenannten Verdickungsschicht, äußerlich umhüllt und durch die ungleiche Dicke derselben mit Wärzchen, Stachelhöckerchen und Falten oder Netzlinien verziert. Die ganze Form ist vierseitig dreieckflächig (tedraedrisch), und die Verdickungsschicht an einem Punkte so gering, daß sie dort fast völlig fehlt. Dieser Punkt ist derjenige, mit welchem die in einer Mutterzelle entstandenen Sporen sich gemeinsam berühren; zu denselben laufen die drei am stärksten vorragenden Leisten der Verdickungsschicht zusammen. Die Zelle enthält in ihrem Safte Oeltröpfchen und Stärkekörnchen.

Bei der Keimung quillt zuerst in Folge der Auffaugung von Feuchtigkeit aus dem vorher bezeichneten zartwandigen Punkte die Zellhaut durch die aufreißende äußere Verdickungsschicht schlauchartig hervor (e). Dieser Schlauch wird zur besonderen Zelle und wächst später an seiner Spitze durch neue Zellenbildungen an seinem freien Ende weiter (f). Gleich beim Hervortreten des ersten Schlauches zeigen sich in demselben einige Chlorophyllkügelchen mit ihrer grünen Farbe. Nachdem sich ungefähr fünf oder sechs Zellen durch gleichsinnig liegende Scheidewände über einander gebildet haben, wächst aus der untersten oder zweiten Zelle eine zarte fadenförmige, schlauchartige Ausstülpung hervor und sucht als erstes Würzelchen (g) den Boden. Zu gleicher Zeit theilt sich die Gipfelzelle durch eine senkrechte Wand in zwei seitliche Zellen. Diese beiden Gipfelzellen theilen sich wieder mehrfach in dem ersten Sinne, so daß eine Doppelreihe gebildet wird, und die Zellen dieser Doppelreihe theilen sich wieder seitlich, besonders die den beiden Gipfelzellen zunächst benachbarten Paare (h). So wird eine blattartige Zellenschicht gebildet. Sodann theilen sich auch die beiden Gipfelzellen, aber durch schiefe, rechts und links geneigte Wände (i). Die Zellenvermehrung wird nun besonders in den beiden äußeren der auf diese Weise gebildeten vier Gipfelzellen mit abwechselnd gegen links und rechts geneigten Scheidewänden lebhaft fortgesetzt, und das Blättchen erhält dadurch eine

zweilappige herzförmige Gestalt (k). Die Gipfelzellen befinden sich immer in dem Einschnitte zwischen den beiden Lappen. Das auf diese Weise aus der Spore entstandene blattförmige Pflänzchen ist der **Vorkeim** des Laubfarren (l und u). Viele Zellen desselben verlängern sich auf der Unterseite, so daß sie schlauchähnlich aus der Fläche hervorragen, und werden zu haarfeinen Würzelchen, durch welche der Vorkeim sich ernährt. Alle Zellen dieses letzteren sind reichlich mit Chlorophyllkörnchen gefüllt und das Ganze erscheint daher grün gefärbt; man bemerkt in ihnen meistens sehr deutliche Zellenkerne.

Ganz abweichend von allen anderen Pflanzen erzeugt der Vorkeim der Laubfarren an sich Organe, welche mit größerem oder geringerem Rechte Antheridien und Sporangien genannt zu werden verdienen, von denen jedoch die letzteren nicht Sporen in sich ausbilden, sondern eine Zelle, aus welcher sodann ein wirklicher neuer Farrenstock entspringt. Wir wollen für erstere die Benennung von **Antheridien** beibehalten, für letztere dagegen den Namen **Archegonien** oder **Keimbehälter** wählen, welcher sonst auch wohl mit dem Worte Sporangien gleichbedeutend gebraucht wird.

Einzelne Zellen des Vorkeims wölben sich an der Unterseite halbkugelig nach Außen. Die vorragende Wölbung wird bald durch eine Querwand vom ursprünglichen Zellenraume abgeschieden; er wird zur Anfangszelle einer Antheridie. In dieser Zelle nämlich tritt nach ein- oder mehrmaliger Theilung durch gleichsinnige Querwände in der Gipfelzelle eine Theilung durch eine schiefe Längswand auf, welche sich sogleich in derselben Zelle durch eine entgegengesetzt geneigte Wand wiederholt. Die hiedurch von der Gipfelzelle abgeschiedenen beiden nächst unteren Zellen theilen sich alsdann durch Längswände, welche ihre gemeinsame Scheidewand kreuzen. So ist ein Zellenhäufchen gebildet (o), welches an seinem Grunde eine oder zwei einfache Zellen, auf der oberen von diesen dann vier zusammenstehende und auf deren gemeinsamem Gipfel eine einfache Zelle besitzt. Inmitten der vier zusammenstehenden Zellen zeigt sich darauf eine einzelne Zelle, indem in einer derselben sich eine Scheidewand bildet. Alle Zellen enthalten deutliche Cytoblasten. Die zuletzt gebildete, ganz von den anderen Zellen umschlossene Centralzelle erscheint vor ihrer weiteren Ausbildung vierseitig und ist mit körneliger Masse erfüllt. Sie dehnt sich beträchtlich aus, während die umgebenden Zellen sich dadurch tafelförmig auf ihr abplatten, und verwandelt sich durch eine Reihenfolge von Zweitheilungen in eine kugelförmige Gruppe würfeliger Zellen (p und q). Die umhüllenden Zellen werden dabei nicht allein so auseinander gedehnt und dabei abgeplattet, daß der äußere Theil ihrer Wandung den inneren fast berührt, sondern sie verlieren auch alle dichteren Bestandtheile ihres Inhaltes und werden gänzlich wasserklar. In jeder der kleinen Würfelzellen dagegen entsteht innerhalb des Zellenkerns (welcher hier deutlich als ein Bläschen, „**Kernbläschen**," erscheint) eine platt fadenförmige, in einigen wenigen Spiralwindungen zusammengerollte Spermazelle. Somit sind also die so eben beschriebenen Organe als **Antheridien** zu betrachten. Dieselben stehen besonders am älteren Theile des Vorkeimes zwischen den Wurzelhaaren in ziemlicher Anzahl ganz regellos verstreut. Gegen die Zeit der Reife der Antheridien lösen sich die Wandungen der in ihnen enthaltenen Würfelzellchen auf und verflüssigen sich, während die Kernbläschen, die nun frei in der mit körnigem Schleime gefüllten Höhlung

liegen, von den sieben die Wand der Antheridie bildenden platten Zellen umgeben, noch deutlich wahrnehmbar bleiben. Tritt jetzt reichliche Feuchtigkeit an die Antheridie, so schwillt ihr Inhalt auf; die flach zusammengedrückte Zelle des Scheitels reißt in der Mitte sternförmig ein; die Kernbläschen, welche die Spermazellen umhüllen (Fig. 101, r), quellen aus den Spalten hervor. Sind die Spermazellen völlig ausgebildet und reif, so beginnen die Bläschen, in welchen sie enthalten sind, bald nach dem Hervortreten aus der Antheridie, im Wasser liegend, eine drehende Bewegung, welche, wie es scheint, durch die lebhafte Einsaugung abseiten des bereits hervortretenden dickeren Endes der Spermazelle hervorgerufen wird. Bald darauf reißt das Bläschen weitklaffend auf, und die befreite Spermazelle schießt in schnellster Bewegung davon. Dieselbe (s und t) ist am dickeren Ende mit zahlreichen, äußerst zarten Wimpern besetzt, welche während der korkzieherartig kreisenden Bewegung lebhafte Schwingungen zeigen.

Die Bildung von Antheridien am Vorkeime der Farren geht nicht auf einmal vor sich, sondern es vermehrt sich die Zahl derselben nach und nach. Während dessen bilden sich auch die Archegonien oder Keimbehälter, diese aber am jüngeren Theile des Vorkeimes nahe hinter den im Einschnitte des herzförmigen Vorkeimes liegenden Scheitelzellen. In dieser Gegend theilen sich einige Zellen durch eine in der Fläche des Vorkeimes liegende Scheidewand, und die dadurch abgetheilte untere Zelle theilt sich noch mehrere (2 bis 3) Male in gleichem Sinne. So entsteht auf der Unterfläche des Vorkeimes eine Anzahl flacher zelliger Polsterchen, deren Zellen sehr deutliche Zellenkerne enthalten, sich aber durch farblosen körneligen Schleiminhalt von den mit reichlichem Chlorophyll und kleinen undeutlicheren Cytoblasten versehenen Nachbarzellen unterscheiden. Die Gipfelzelle eines solchen Polsterchens theilt sich durch eine schiefe Wand, die größere, über dieser Wand bleibende Tochterzelle theilt sich durch eine ähnlich aber gerade entgegengesetzt geneigte Wand. Ein solcher Wechsel folgt nun in der nach unten zweiflächig nach Art eines Keiles zugeschärften Gipfelzelle noch sechs bis zehnmal, und damit endigt das Längenwachsthum des werdenden Sporangiums. Die unterhalb der Gipfelzelle zweizeilig stehenden Zellen theilen sich nun durch Scheidewände, welche rechtwinklig gegen die beiden Zellenreihen gemeinsamen Scheidewände gerichtet sind. So steht dann die Gipfelzelle über einer vierzeilig aufgebauten Zellengruppe (Fig. 101, m). Von den Zellen dieser Gruppe bekommt nun eine jede eine senkrechte, diagonal gerichtete Scheidewand, welche den der Mittelachse des ganzen Organes, in welcher alle vier Zellenreihen zusammentreffen, zunächst angrenzenden Theil absondern. Die äußeren vierzähligen Zellen erscheinen nun mit der Gipfelzelle als Wandung des Archegonium, während die inneren, ebenfalls (wenigstens meistens) vierzähligen Zellen den Inhalt bilden. Aber diese Inhaltszellen gestalten sich durch Verflüssigung ihrer Scheidewände zu einer gemeinsamen röhrenförmigen Höhlung, deren schleimiger Inhalt zu einer wurmförmig zusammentrocknenden Masse gerinnt. Zu gleicher Zeit öffnet sich der Gipfel des Archegonium an einem Punkte, indem die Zellen der Wandung dort auseinander weichen (n). Indessen hat sich in der den Grund des ganzen Organes bildenden Zelle (Basalzelle) um den in derselben schwimmenden Cytoblasten eine kugelige Tochterzelle entwickelt. Das Zellgewebe des Vorkeimes rings um die Basalzelle herum ist durch Scheidewandbildungen zu einer Schicht

kleiner dicht zusammengedrängter und den unteren Theil der Basalzelle umhüllender, mit körnigem Schleime gefüllter Zellchen geworden. Die in der Basalzelle entwickelte kugelige Tochterzelle (Keimzelle) wird der Anfang eines neuen Farrenstockes.

An einem Vorkeime (l) befinden sich immer viel wenigere Archegonien, als Antheridien vorhanden sind. Der ersteren sind nie mehr als sechs bis acht, und selbst von diesen verkümmern die meisten, indem, die seltensten Ausnahmen abgerechnet, nur ein einziges aus sich einen neuen Stock hervorbringt. Ja bei den meisten Vorkeimen kommt es überall nie zu einem solchen Erfolge; man kann rechnen, daß kaum einer von zehn Vorkeimen einen neuen Farrenstock erzeugt. Die übrigen sterben aber keineswegs sogleich ab, sondern bei mäßiger Wärme, Feuchtigkeit und nöthigem geringem Lichte entwickeln sie sich selbstständig mehrere Jahre lang fort und bekommen nicht selten junge Brutsprossen am Rande, indem sich dort einzelne Zellen zu neuen Vorkeimen entwickeln und dann oft von dem Mutterpflänzchen trennen. Diese neuen Vorkeime sind entweder ganz unfruchtbar, oder tragen doch nur Antheridien.

Vielfache Beobachtungen haben zu der bestimmten Ansicht geführt, daß Spermazellen aus den Antheridien auf die Mündung der in den Archegonien gebildeten Röhre gelangen und daß sie, oder wenigstens ihr Inhalt, zur Basalzelle hinabgelangen und hier diese und die in derselben sich bildende Keimzelle befruchten und dadurch zur Hervorbringung eines neuen Farrenstockes befähigen. Man hat unter dem Mikroskope solche Spermazellen bis an den bezeichneten Ort gelangen sehen. Was aber in dem Wassertröpfchen, in welchem wir die zarten Gegenstände der mikroskopischen Beobachtung zu unterwerfen pflegen, geschieht, das kann in der Natur ebensowohl geschehen. An der Unterseite der Vorkeime fehlen selten zahlreiche Thauperlen, und häufig ist der ganze Raum zwischen derselben und dem Boden mit Wasser gefüllt. Hier kann der Inhalt der Antheridien, dessen Spermazellen zahllos sind, sein Ziel kaum verfehlen.

Die Keimzelle in der Basalzelle des Archegonium verdient nicht den Namen einer Spore, denn sie ist weder in solcher Weise gebildet, wie, nach allen bisher betrachteten Beispielen, andere Sporen sich entwickeln, noch trennt sie sich als eine Samenzelle aus dem Sporangium. Ja, dieses ganze letztere Organ kann mit einem Sporangium nur mit scheinbarem Rechte, gleichsam nur zum Gegensatze gegen die Antheridien, verglichen werden. Das Eigenthümliche bei den Farren bleibt immer der wichtige Umstand, daß die Sporen aus den an den Wedeln erzeugten Kapselchen ohne die Möglichkeit einer Einwirkung von Antheridien gebildet werden und fähig sind, sich zu entwickeln, aber nur sich zu entwickeln zu blattartigen Vorkeimchen, deren Form manchmal fast an Marchantien erinnern sollte; daß dagegen die Vorkeime innerhalb besonderer Behälter, der Archegonien, eine Keimzelle erzeugen, welche sich (dieses ist trotz der Mangelhaftigkeit der Beobachtungen ganz gewiß) ohne Vorhandensein und somit wohl unzweifelhaft ohne Einwirkung der mit Spermazellen gefüllten Antheridien nicht entwickeln können, welche auch meistens unentwickelt bleiben, dagegen unter günstigen Umständen der Anfang einer neuen wahren Farrenpflanze werden. Vorkeim und Pflanze, jener mit Geschlechtsverschiedenheit eigenthümlicher Organe, diese ohne solche Verschiedenheit, in abwechselnden Generationen auf einander folgend — dieser Wechsel muß in hohem Grade erinnern an die wechselnden Generationen und Ammenformen gewisser Thiere (Seite 521, 540).

Die Keimzelle in der Basalzelle des Archegonium entwickelt sich, ohne daß zuvor die Basalzelle aufgelöst worden wäre. Dieselbe theilt sich durch eine schiefe Scheidewand, und der größere, dem Grunde des Archegonium zugewandte Theil erleidet eine ähnliche, aber mit entgegengesetzter Neigung der neuen Scheidewand vor sich gehende Theilung. So entsteht eine zweiflächig keilförmig zugeschärfte Gipfelzelle, welche der röhrenartigen Oeffnung des von der Unterfläche des Vorkeims niederhangenden Archegonium entgegengesetzt, also dem Zellgewebe des Vorkeimblattes zugewandt ist. Durch Bildung von radialen (d. h. vom Centrum der Keimzelle zum Umfange gerichteten) Scheidewänden vermehren sich die beiden anderen Zellen, und so ist der Keim in einen kugeligen oder eiförmigen, wenig zelligen Körper, die Knospe, verwandelt, welcher frei in der Basalzelle liegt und aus dieser herausgelöst werden kann. Dieses Zellenhäufchen nimmt eine ziemlich platte und breite Form an, und aus einer Zelle seines Umfanges, welche dem Einschnitte des herzförmigen Vorkeimblattes zugewandt ist, entwickelt sich sodann der erste Wedel. Zuerst entsteht durch fortwährende Bildung abwechselnd gegen die Ebene des Vorkeimblattes geneigter Scheidewände ein kegelförmiges Wärzchen. Die Gipfelzelle desselben, welche zweiflächig, keilsförmig zugeschärft, auf ihrem Gipfel aber flach abgerundet ist, theilt sich immer in dieser Weise fort, ganz wie bei dem fortwachsenden Moosstengel. Und eben so, wie bei jenem, theilen sich die zweizähligen, nächst benachbarten Zellen zunächst durch radiale gegen die ersten Scheidewände senkrecht stehende Scheidewände, so daß vier in der Achse zusammentreffende Zellen entstehen. Jede dieser vier Zellen theilt sich durch eine neue Scheidewand, welche ihrer Außenfläche gleichläufig (parallel) ist, in eine innere und eine äußere Zelle. Diese letzteren äußeren Zellen theilen sich wieder durch eine radiale und dann durch eine gegen diese und gegen die Achse rechtwinklige Wand in eine obere und eine untere. So sind die inneren Zellen, welche die Achse zunächst umgeben, dann doppelt so lang, als die Zellen der äußeren Schicht — und dieses ist die erste Andeutung der Bildung eines der Achse entsprechenden Bündels langgestreckter Zellen, eines Prosenchymzellenbündels, eines Gefäßbündels, welches dem ersten Wedel niemals fehlt. Diese inneren Zellen theilen sich durch radiale Wände und werden dadurch röhrenartig eng u. s. w. Die äußeren Zellen fahren fort, sich bald durch radiale, bald durch tangentiale (d. h. dem Umfange des jungen Pflänzchens entsprechende) Scheidewände zu theilen, und dadurch wächst der Wedel in die Dicke, während am Gipfel die ganze beschriebene Reihe der Theilungen immerwährend und unausgesetzt neu beginnt, so daß man an den verschiedenen Schichten der Zellen, vom Gipfel rückwärts gehend, den ganzen Gang der Entwicklung in allen seinen einzelnen Stadien übersehen kann.

Das Längenwachsthum des ersten Wedels ist sehr lebhaft; er dehnt die ihn umgebenden Zellen des Vorkeimes gewaltig aus, bis das Gewebe derselben zerreißt und ihm den Austritt verstattet. Nun krümmt der erste Wedel, das Licht suchend, sich aufwärts; er tritt aus dem Herzeinschnitte des Vorkeimes hervor (Fig. 101, v und w). Kurz vorher begann sein Gipfel sich stark zu verbreitern und am Rande vier Lappen zu bilden. Diese einfache Form zeigt der Wedel aller Laubfarren, auch derjenigen, welche später die vielfachsten Theilungen besitzen. Bei einigen ist er sogar anfänglich noch einfacher, einlappig ungetheilt oder ungleich zweitheilig, wie z. B. beim Engelsüßfarren, wo beiderlei Formen nicht selten gefunden werden.

Unmittelbar nach dem Hervorsprossen des ersten Wedels aus dem eiförmigen Keime der jungen Pflanze entspringt auf dessen entgegengesetzter Seite die erste Wurzel. Mit jedem neuen Wedel folgt sodann eine fernere Wurzel. —

Sobald der erste Wedel einen bestimmten Grad der Längenentwicklung erreicht hat, beginnt in derjenigen Zelle, welche dem Ursprunge desselben zunächst angrenzt und welche am tiefsten eingesenkt liegt, zwischen diesem und dem stumpf abgerundeten Gipfel des Keimes eine lebhafte Zellenvermehrung ganz nach ähnlicher Regel, wie bei der Bildung des Wedels selbst. Es entsteht eine Zellenmasse in Form eines flachen, stumpfen Kegels. Dieses ist die Fortbildung des eigentlichen Stockes. Bei den einen Farren zeigt dieser Kegel sich schon während der Wedel noch sehr gering ist, bei anderen erst, nachdem derselbe seiner vollen Ausbildung nahe gekommen ist. Kaum aber hat der Stock begonnen, sich seiner zukünftigen Hauptachse nach auszudehnen, als schon eine der Zellen seines Umfanges ganz nahe unterhalb seines Gipfels wieder einen zweiten Wedel zu erzeugen anfängt. Die Wedel folgen bei einigen Gattungen so schnell auf einander, daß man Mühe hat, zwischen denselben den kegelförmigen Gipfelsproß des Stockes selbst aufzufinden, und so erscheint dann der Stock wie ein Gebilde, welches nur aus den zusammengewachsenen Wedelstielen selbst bestände. In anderen Fällen ist der Gipfelsproß wohl einen Zoll lang über den Punkt hinaus verlängert, an welchem ein neuer Wedel entspringen soll, bevor dieser sich zu entwickeln beginnt. Immer stehen die Wedel anfänglich noch näher beisammen, als dieses bei ihrer Ausbildung der Fall ist, da die Achse des Stockes sich noch während ihrer Entwicklung verlängert. Die fortsprossende Spitze des Stockes ist immer dicht mit Spreublättchen besetzt. — Gleichzeitig mit dem Entstehen jedes neuen Wedels wird genau unter seiner Ursprungsstelle im Innern des Stockes eine neue Wurzel entwickelt, welche aber erst etwas später aus demselben hervorbricht. Auch die Wurzelbildung geht von einer Zelle aus und erscheint anfangs als ein kegelförmiges Zellenhäufchen. Die Entwicklung dieses Organs unterscheidet sich aber eigenthümlich von der Entwicklung des Stockes und der Wedel, indem die Zellenbildung hier nicht durch Theilung einer an der Spitze befindlichen Zelle vor sich geht. Die Zelle, von welcher die Wurzelbildung ausgeht, theilt sich durch abwechselnd nach oben und nach unten gewölbte Scheidewände und bildet somit nicht bloß hinter sich, sondern auch vor sich her stets neue Zellen, welche sich sodann in verschiedenen Richtungen weiter theilen. Auf diese Weise kommt es, daß der Ausgangspunkt der Zellenvermehrung, der Vegetationspunkt (punctum vegetationis), bei der Wurzel nicht an der Spitze derselben, sondern stets etwas von dieser rückwärts in dem Gewebe des Organes zu suchen ist. Doch sind die vor diesem Punkte gleichsam vorausgeschobenen Zellenschichten locker und lösen sich, sowie neue Schichten gebildet werden, allmählig äußerlich ab, wodurch die Entfernung des Vegetationspunktes von der Spitze der Wurzel immer ziemlich gleich bleibend erhalten wird. Die Zelle im Innern des Stockes, von welcher die Bildung einer Wurzel ausgeht, steht jedenfalls mit der Ursprungszelle eines Wedels in einem regelmäßigen, jedoch noch nicht genügend gekannten, Zusammenhange. Das Zellgewebe der Wurzel drängt sich mitten durch das Zellgewebe des Stockes hindurch und kann auf einem Durchschnitte des letzteren oft deutlich erkannt werden. Nur bei den Farren im weitesten Sinne ist die Entwicklungsweise der Wurzel eine solche, wie sie hier beschrieben ist.

Bei manchen Farren entspringen aus dem Zellgewebe des unteren Theiles der Wedelstiele kleine Wurzelzasern, welche jedoch nie eine beträchtliche Ausbildung erlangen.

Die sich entwickelnden Wedel erzeugen frühzeitig auf ihrem Umfange, besonders aber auf ihrer Rückenseite, eine dichte Menge von Spreublättchen, von welchen dieselben oft ganz spreuig filzig erscheinen. Nur bei den wenigsten Farren bleiben diese Blättchen an den aus der Erde hervorragenden Theilen der Wedel unversehrt; besonders auf den blattartig ausgebreiteten Lappen fallen sie frühzeitig ab; der Adlerfarren liefert ein Beispiel eines Wedels, bei welchem sich selbst die stielartigen Theile frühzeitig so völlig säubern, daß sie wie polirt erscheinen. Dagegen dem gebräuchlichen Milzfarren (Gymnogramme Ceterach) bleibt beständig auf der ganzen Unterseite der vollkommen blattartigen, langlanzenförmigen, von beiden Seiten nur einfach tief eingeschnittenen Wedel eine dichte Bedeckung schuppenartig übereinander greifender deutlicher Blättchen.

* * *

Um die Organisation der Laubfarren richtig zu würdigen, ist es nothwendig, auf das Verhältniß Rücksicht zu nehmen, in welchem diese merkwürdige Klasse zur übrigen Pflanzenwelt steht. Wir finden charakteristische Merkmale bei den Laubfarren vereinigt, welche theils an die Unvollkommenheit der vor ihnen betrachteten Klassen, theils dagegen wieder an die Vollkommenheit derjenigen Pflanzen erinnern, welche wir als die Träger der höchsten Entwicklung des vegetabilischen Lebens ansehen dürfen. Einerseits die geringe Ausbildung der Blätter, welche von den Blättern vieler Moose weit übertroffen werden, nicht allein an Größe, sondern an Mannigfaltigkeit des Gewebes; andererseits dagegen die mitunter so mächtige Entwicklung des Stockes, die Vollkommenheit der Gefäßbündel und deren eigenthümliche Anordnung im Innern desselben, welche wenigstens in einer rohen Vorzeichnung dasselbe darstellt, was die Stämme der höchstorganisirten Pflanzen wiederholen. Ein begrenztes Wachsthum der Wedel, wie es die Zweige mancher Nadelhölzer ganz ähnlich verrathen, und die eingerollte Lage derselben vor ihrer völligen Ausbildung, wie bei den Cycadeen, und dabei die blattähnliche Form und die zu den Funktionen eines wahren Laubblattes stimmende Organisation derselben, verbunden sogar mit einer höchst eigenthümlichen Sporenbildung. Das Fortwachsen des Stockes auf eine Gipfelknospe beschränkt, wie bei den Palmen, und die vielfache Zertheilung der Wedel an die Verästelungen der Laubholzbäume erinnernd, ja die Verästelung der Gefäßbündel und die Zertheilung des Parenchyms in den Wedellappen wie bei den Blättern der vollkommensten Doldenpflanzen, und dabei das Absterben des Stockes an den älteren Theilen, wie bei den Moosen. Die vorläufige Entwicklung der Sporenzelle zu einer unvollkommenen Pflanze, welche entfernt der Bildung des ächten Samens der Samenpflanzen vergleichbar scheint, während andererseits die Lostrennung der Spore von der Mutterpflanze vor dieser Entwicklung ganz an die Moose erinnert. Dann die Keimfähigkeit der Spore ohne vorhergegangene Befruchtung, wie bei den Algen, und die Entwicklung von Befruchtungs- und Fortpflanzungsorganen an den Vorkeimen, wie an selbstständigen moosartigen Gewächsen. Keine Blüthe, kein wahrer Same und dabei eine Entfaltung des Wuchses, daß keine andere blüthen- und samenlose Pflanzenklasse etwas Aehnliches aufweist.

Die Laubfarren sind die Bäume der Urwelt. Während der Bildung des Uebergangsgebirges existirten nur Tange und andere Pflanzen der niedrigsten Klassen. Zur Zeit der Steinkohlenperiode erschien eine riesige Pflanzenwelt, von deren Ueppigkeit und langer Dauer man nur dann sich eine Vorstellung zu machen im Stande ist, wenn man berücksichtigt, daß bei der Umwandlung der Pflanzenmasse in Steinkohle eine 27fache Verminderung der Masse erfolgt sein muß. Welch eine Dicke müssen die Stöcke der Lycopodiaceen und Farren gehabt haben, deren Ueberreste uns noch jetzt baumartig erscheinen! Und berechnet man, daß die üppigste Vegetation der tropischen Gegenden in einem Jahrhunderte kaum die nöthige Pflanzenmasse erzeugt, welche zur Bildung einer 9 Zoll dicken Steinkohlenschicht genügen würde, so würden zur Bildung einer zahlreichen Reihenfolge mit Sandsteinlagen abwechselnder Steinkohlenschichten, wie man sie in vielen Gegenden antrifft, und deren jede einzelne oft mehrere Fuße, ja bisweilen über 50 Fuß, in der Dicke beträgt, selbst unter diesen günstigsten Verhältnissen, wie sie in Europa wohl nie existirten, Hunderttausende von Jahren erforderlich gewesen sein. Unbekannte Moostange, deren Organisation wir vielleicht nie aus ihren Spuren zu entziffern im Stande sein werden, erzeugten durch die Ueppigkeit ihrer Vegetation in jener äonenlangen Periode die ungeheuren Niederlagen modernder vegetabilischer Substanzen, deren Ueberreste, die wichtigsten Steinkohlenschichten, jetzt der Menschenwelt eine so reiche Wohlthat darbieten; Zapfenmoose ragten mit ihren stumpfen Gabelästen in starren Gestalten vom Boden empor. Ueber diesem niederen Pflanzenwuchse aber wiegten sich auf stolzer Säule die malerisch beweglichen, fiederigen Wedelbüschel der Baumfarren. Nur seltsame Zapfenfarren und vereinzelte Zapfenbäume (Nadelgewächse) waren ihre Gesellschafter. Man findet diese Klassen von Bäumen ausschließlich bis zur Oolithformation; erst in dieser erscheinen neben ihnen Spuren von Palmen, erst in der Kreideformation Ueberreste von Laubholzbäumen. Schon mehr als fünfhundert Arten von Laubfarren, meist baumartige, wo man die Stöcke derselben angetroffen hat, sind in den Schichten der Erde fast ausschließlich schon in Europa entdeckt worden. Man unterscheidet dieselben nach der Form der Wedel und nach der Verästelung der Gefäßbündel („Nerven") in den Lappen derselben. Von diesen Arten gehören weitaus



Fig. 102. Pecopteris aquilina aus der Steinkohlenformation.



Fig. 103. Sphenopteris Hoeninghausii aus der Steinkohlenformation.



Fig. 104. Neuropteris Loshii aus der Steinkohlenformation.



Fig. 105. Ein Stück des Stammes mit Wedelnarben von dem hohlstämmigen Geschlecht der Sigillarien (Sigillaria pachyderma) aus der Steinkohlenformation.

die meisten der Steinkohlenformation an (Fig. 102 bis 105). Jedoch auch in der Kupferschieferformation und in den Triasablagerungen sind sie die vorherrschenden Pflanzen, während in der Oolithformation die Menge derselben bedeutend abnimmt und, wenigstens in Europa, baumartige Farrenstöcke gar nicht mehr vorhanden gewesen zu sein scheinen. Nur spärlich hat sich diese Pflanzenklasse der überhandnehmenden Entwicklung höherer Pflanzenklassen gegenüber durch die folgenden Perioden bis in die gegenwärtige Zeit erhalten; denn auf der ganzen durchforschten Erde hat man noch nicht mehr, als gegen 2000 Arten von Laubfarren gefunden. In dem feuchtwarmen Klima mancher Inseln, besonders in der Tropenzone, gedeihen sie noch jetzt in besonderer Ueppigkeit und Mannigfaltigkeit. Baumfarren sind nur dort noch zu finden. Auf Jamaika verhält sich die Zahl der einheimischen Laubfarrengattungen zu der Zahl der Gattungen von Pflanzen aller vollkommeneren Pflanzen (Samenpflanzen) wie 1 : 9; auf Neuguinea fast 1 : 4; auf Neuirland mehr als 1 : 5; auf den Sandwichinseln 1 : 4. Es ist nicht sowohl die Wärme, wie es scheint, als vielmehr die Eigenthümlichkeit des Inselklimas, welches sich durch die geringen Abweichungen der Temperatur in den verschiedenen Jahreszeiten auszeichnet, wodurch die Vegetation dieser Pflanzen begünstigt wird, welche sich in unsern Gegenden am Boden oder in der Erde verbergen müssen, und während sie alljährlich ihre Wedel einbüßen, in dem geschützten Stocke ihr Leben durch den Winter hindurch retten. Im mittleren Amerika findet man verhältnißmäßig wenige Laubfarren, nach obigem Verhältnisse nur 1 : 36; ähnlich ist es in Neuholland, während dagegen Neuseeland durch die Farrenvegetation charakterisirt ist. Auf letzterer Inselgruppe und auf Vandiemensland oder Tasmania trifft man Baumfarren noch unter einer geographischen Lage von 46° südlicher Breite, während man heutigen Tages die unter gleicher Breite in Europa in den Steinkohlenschichten gefundenen Laubfarren hat als Beweise eines erdichteten früheren tropisch glühenden Klimas dieses Erdtheiles ansehen wollen, ja, während man überall nördlich von den Wendekreisen jetzt keine Baumfarren antrifft. Die Laubfarren stehen in Frankreich gegen die Samenpflanzen im Verhältnisse von 1 : 63; in Portugal 1 : 116; auf den Inseln des griechischen Archipelagus 1 : 227; in Aegypten 1 : 971; in Schottland wieder 1 : 31, in Schweden 1 : 35; in Island 1 : 18; in Grönland 1 : 10; am Nordkap 1 : 7. Jedoch ist bei diesen Verhältnissen durchaus nicht rücksichtslos nach den Zahlen zu urtheilen; vielmehr ist der Culturzustand der Länder und ihrer einzelnen Gegenden in Rechnung zu ziehen, sowie die Beschaffenheit und Gestaltung der Bodenoberfläche und besonders auch der allgemeine Charakter der Vegetation, indem in den einen Ländern eine fast endlose Mannigfaltigkeit herrscht, in den andern dagegen, und dieses ist besonders auf vielen Inseln auch unter warmen Himmelsstrichen der Fall, große Armuth der Pflanzenwelt überhaupt, oder bei mittelmäßiger, ja selbst sehr reichlicher Pflanzenmenge, wie dieses vorzugsweise in den kälteren Ländern beobachtet wird, eine

außerordentliche Gleichförmigkeit, die in geringer Zahl der Arten sich ausspricht. Vielleicht wird man ein richtigeres Urtheil über den Zustand der Erde zur Zeit des Vorherrschens der Baumfarren gewinnen können, wenn man in Betrachtung zieht, daß große und unter allen Klimaten unendlich artenreiche Pflanzenklassen zu jenen Zeiten noch gänzlich fehlten und eine mächtigere Entfaltung der damals allein vorhandenen Klassen möglich und sogar für die Thierwelt nothwendig sein mußte, und wenn man beachtet, daß in allen Kreisen der Geschöpfe gewaltige Gestalten bei verhältnißmäßiger Einförmigkeit einer minder kolossalen, aber vielseitigen Formenmannigfaltigkeit vorausgegangen zu sein scheinen.

III. Klasse. Die Zapfenfarren.

Auf lehmigem Sandboden erscheint im März und April häufig der berüchtigte Ackerschafthalm oder das Kannenkraut (Fig. 106), eine der größten Plagen für den Landmann. Es sind um jene Jahreszeit gelbröthliche, etwa ½ Fuß hoch aufsprossende, innen hohle Schäfte, welche aus der Erde hervorragen und welche in gewissen, ½ bis 2 Zoll betragenden, nach oben entfernter stehenden Absätzen von einer hautartigen, in mehrere Spitzen auslaufenden Scheide manschettenartig umgeben sind. Dieselben tragen auf dem Gipfel einen mehr als zollangen Zapfen, welcher anfänglich eine ganz dichte Masse zu sein scheint und nur eine sehr große Zahl der regelmäßigsten sechseckigen, abgeflächten Felderchen zeigt. Etwas später trennen sich diese Felderchen ein wenig von einander, und nun sieht man, daß jedes einem sechseckigen Schildchen gleicht, welches vermittelst eines kurzen Stieles an der Mittelachse des Zapfens befestigt ist (Fig. 107). Jedes Schildchen trägt unter seinem Rande eine Anzahl von Kapselchen, welche zuvor ganz verborgen waren, und welche nach innen gegen den Stiel des Schildchens sich durch eine Spalte öffnen (Fig. 108). In den Kapseln befinden sich eine Menge staubartig feiner Sporen, welche zur Zeit der Reife durch die erwähnte Spalte herausfallen, so daß der Schafthalm um diese Zeit, wenn er erschüttert wird, aus seinem Zapfen unter allen Schildchen ein

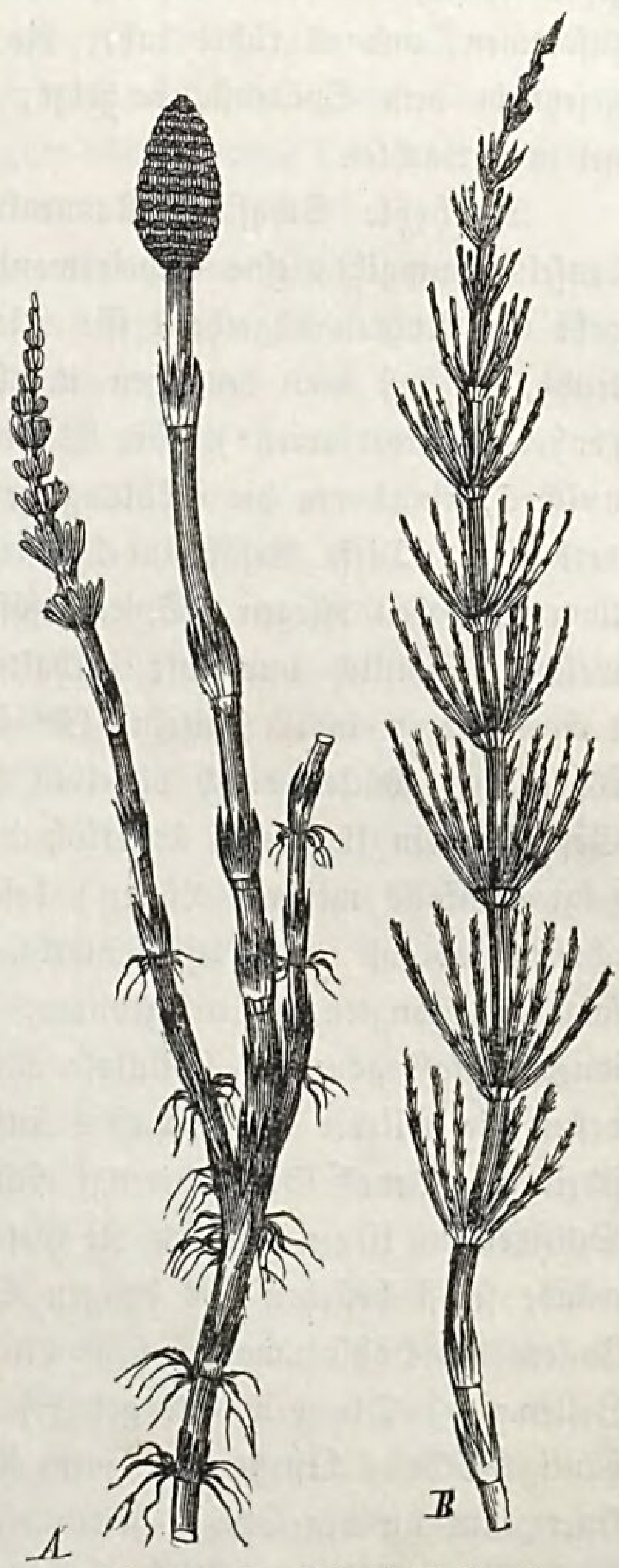


Fig. 106. Der Ackerschafthalm. *
(Equisetum arvense)

* A Ein Schafthalmstock mit einem ausgebildeten fruchtbaren und einem jungen unfruchtbaren Wedel.
B Der unfruchtbare Wedel, ausgebildet.

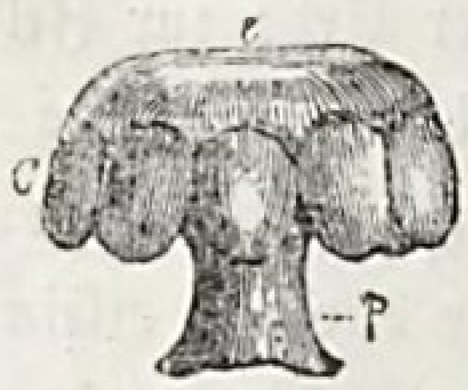


Fig. 107. Ein Schildchen *e* von dem Zapfen eines Schafthalmes, mit ihrem Stiele *p* und dem Kranze von Kapselchen *c*.



Fig. 108. Eine Kapsel *c* besonders, von der innern Seite gesehen, wo sie sich durch eine Spalte öffnet.

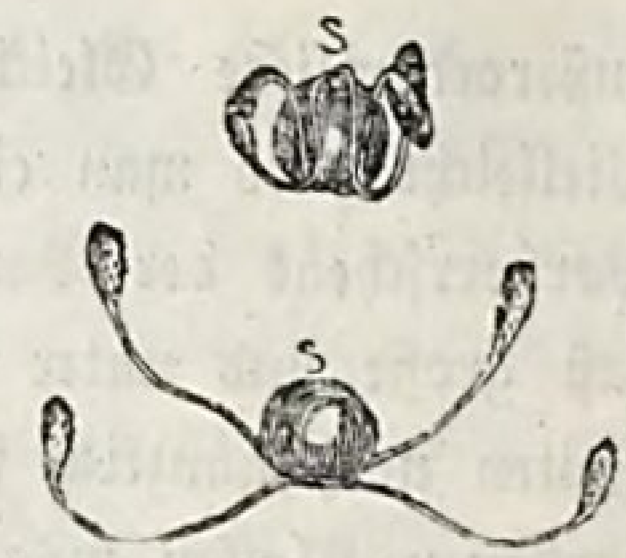


Fig. 109. Eine Spore *s* mit den spiralig um sie gerollten Fäden; *s'* die nämliche, deren Faden sich entrollt haben.

reichliches Wölkchen gelben Staubes herausfallen läßt. Diese Sporen bieten, unter dem Mikroskope betrachtet, eine höchst eigenthümliche Erscheinung dar (Fig. 109). Um jede derselben sind nämlich zwei ziemlich lange bandförmige, an beiden Enden breitere Fäden mehrfach herumgerollt, wobei sich deren Windungen kreuzen; beim Austrocknen strecken diese Fäden sich gerade aus, bei jeder Befeuchtung dagegen, z. B. durch den feuchten Athem, den man darauf haucht, rollen sie sich wieder zusammen, und es rührt daher die auffallende Bewegung, welche sich fast unausgesetzt in dem Sporenstaube zeigt, wenn man denselben auf einer Unterlage recht genau betrachtet.

Der hohle Schaft des Kannenkrautes hat allemal da, wo eine hautartige Scheide denselben umgibt, eine Scheidewand, so daß die Höhlung im Innern in eine Anzahl von Röhren abgetheilt ist. Ueber diesen Scheidewänden bricht der Schaft sehr leicht, so daß man denselben in ebenso viele einzelne Gliederstücke zerlegen kann (daher „Gliederfarren"). Die Wandung dieser Röhren besteht aus Parenchym, durch welches, rings um die Höhlung geordnet, der Länge nach 6 bis 10 Gefäßbündel verlaufen. Diese Gefäßbündel bestehen aus Ringgefäßen, welche die innerste Stellung zu haben pflegen, Spiralgefäßen und, zu äußerst stehenden, Tüpfelgefäßen, welche sämmtlich nur Luft enthalten. Die Gefäßbündel selbst sind meistens nicht dicht, sondern indem einzelne Gefäße ganz geschwunden sind, laufen unregelmäßige röhrenartige Lücken durch dieselben hindurch. Das Parenchym, welches zwischen den Gefäßbündeln liegt und äußerlich dieselben mit einer Rinde von Zellgewebe umgibt, zeigt ebenfalls meistens Lücken; besonders deutlich erkennt man eine solche Lücke je abwechselnd mit zwei Gefäßbündeln. Die Oberhaut ist von sehr kleinen, dicht zusammengedrängten Zellen gebildet, unter welchen strichweise sehr langgestreckte und innerlich fast ganz mit Cellulose ausgefüllte „Bastzellen" verlaufen, so daß in Folge dessen die Glieder des Schaftes äußerlich der Länge nach gereift und gefurcht erscheinen. Jedes Glied verengt sich allemal an seinem unteren Ende. In jeder Scheidewand liegen nämlich die Gefäßbündel näher zusammengedrängt. Die Scheidewände selbst bestehen aus einigen Schichten kleinzelligen, dichten Parenchyms. Das Innere der Hohlräume trägt an den Wandungen Spuren zerrissener und vertrockneter Zellen. — Die den Stengel bei jeder Scheidewand manschettenartig umgebende hautige Scheide besteht aus einem Kreise seitlich mit einander größtentheils verwachsener, nur an den Spitzen getrennter und an Zahl den Gefäßbündeln entsprechender, spreuartiger Blätter. Diese sind besonders an der Spitze nur aus zwei einfachen und dünnen Parenchymlagen gebildet, in der Mitte jedoch sind sie mit dichter, fester Oberhaut bekleidet, und es verläuft durch jedes derselben nahe unter der inneren Fläche ein Gefäßbündel, nahe unter der äußeren Oberhaut ein Bastzellenbündel,

und zwischen beiden befindet sich eine Luftlücke. Die Oberhaut, sowohl an den röhrenförmigen Stengelgliedern als auch auf den Blättern, ist mit Spaltöffnungen versehen, welche sehr regelmäßig, meistens reihenweise angeordnet, stehen und von warzenartig verdickten Zellen begrenzt sind. Die letzte Blätterscheide unter dem Fruchtzapfen ist etwas fleischiger als die übrigen, und die einzelnen Blätter derselben sind kürzer und ziemlich gesondert. Dieselben bilden einen Uebergang zu den gestielten Fruchtschildchen, welche als eigenthümlich fleischig ausgebildete und durch die Zusammendrängung so fremdartig gestaltete Blätter zu betrachten sind.

Gräbt man da, wo die beschriebenen Schafthalme aus der Erde ragen, den Boden auf, so findet man einen lang unter dem Boden fortkriechenden und vielfach verästelten Stock, aus welchem nicht allein viele solche fruchtzapfentragende Schäfte als Zweige hervorragen, sondern außerdem bereits zahlreiche andere Sprosse entspringen, welche etwas später im Jahre, während jene schon abgestorben sind, aus der Erde kommen, welche aber nie Fruchtzapfen tragen und daher unfruchtbar genannt werden können. Diese unfruchtbaren Sprosse, sowie die zuvor näher betrachteten fruchtbaren Schafthalme verhalten sich zum Stocke der Zapfenfarren ganz ähnlich, wie die Wedel zum Laubfarrenstocke, und dürfen daher auch als fruchtbare und unfruchtbare Wedel bezeichnet werden.

Der Stock, welcher meistens fälschlich eine kriechende Wurzel genannt wird, wächst unbekannt viele Jahre fort und treibt fortwährend alljährlich neue Seitenzweige, welche ebenfalls unter dem Boden fortkriechen und ihm selber so völlig gleichen, daß man in der That nie weiß, ob man es mit einem Hauptstocke oder mit Seitensprossen desselben zu thun hat, sowie andere Zweige, welche als Wedel aus dem Boden aufwärts hervorbrechen und theils fruchtbar, theils unfruchtbar sind. Die fruchtbaren sind schon im Herbste in der Erde ganz ausgebildet und treten im Frühling nur durch Ausdehnung und schnelle Vermehrung ihrer äußeren Zellen so rasch hervor. In ihren Zellen ist daher auch nie grünes Chlorophyll entwickelt. Die unfruchtbaren Wedel entstehen erst im Frühlinge in der Erde und treten hellbräunlich grünfarbig hervor und dauern dann den ganzen Sommer hindurch, wobei sie sich viel vollkommener ausbilden. Sie sind bis zum Gipfel mit Blätterscheiden versehen, und diese stehen dort wegen der geringeren Länge der jüngsten Glieder des Wedels viel näher beisammen und umschließen die fortwachsende Gipfelknospe. Rings um die Scheidewände zwischen den Gliedern entspringen, durch die Blattscheide an ihrem Grunde hindurchbrechend, eben so viele Seitenäste, welche in kleinem Maßstabe ganz die Beschaffenheit des Wedels selbst wiederholen und also auch hohl, gegliedert und mit Blätterscheiden umgeben sind. Man nennt die strahlenförmig um den Wedel stehenden Gruppen derselben Quirle. Der unfruchtbare Wedel trägt um jede Scheidewand einen Quirl, mit Ausnahme der letzten drei bis sechs, welche die sehr dünne, einem Quirlaste ganz vollkommen gleichende Spitze des ausgewachsenen Wedels besitzt. Der fruchtbare Wedel dagegen hat nie Quirle. Die Quirläste und die Spitze des unfruchtbaren Wedels sind schön und gesättigt grün gefärbt. Das Wachsthum der Wedel beiderlei Art, sowie dasjenige der Quirläste des unfruchtbaren Wedels ist stets ein ganz regelmäßig begrenztes. Die unfruchtbaren Wedel werden viel länger als die fruchtbaren, bleiben dagegen viel zarter als jene; sie sind im Aeußern von denselben so auffallend verschieden, daß man

sie nicht für Theile der gleichen Pflanze halten würde, wenn man sie nicht aus einem Stocke hervorwachsen sähe.

Der Stock selber gleicht wieder ganz und gar den Wedeln selbst; die Färbung theilt er mehr mit den fruchtbaren, welche, wie er, unter der Erde gebildet sind. Er ist hohl, gegliedert, mit Blätterscheiden versehen. Seine Farbe ist oft elfenbeinweiß, an den Blattscheiden braunschwarz. Die unterirdisch fortsprossenden Zweige und die Wedel, welche aus dem Boden hervorbrechen, entspringen aus ihm, ganz wie die Quirläste aus den Wedeln, nur minder regelmäßig. Unter den Scheidewänden des Stockes und unterhalb des Ursprunges der Wedel brechen aus dem Umfange desselben Wurzelchen hervor, deren Gewebe und Entwicklung ganz so vor sich geht, wie bei den Laubfarren, und deren Gefäßbündel unmittelbar in Verbindung treten mit den Gefäßbündeln des nächst höheren Stockgliedes. Die Wedel selbst besitzen an ihren unterirdischen Theilen ebenfalls einen Quirl von Wurzelchen unterhalb jeder Scheidewand.

Die Wedel erscheinen, wenn sie aus dem Stocke hervorbrechen, anfangs als eiförmige Knospen. In diesem Zustande sind sie noch nicht hohl, und ihre Blattscheiden stehen so nahe zusammengedrängt, daß der Grund der einen unmittelbar an den Grund der andern grenzt. Die Gipfelzelle dieser Knospe vermehrt sich stets durch schiefe Scheidewandbildung, und die hiedurch gebildeten sekundären Zellen theilen sich durch radiale, dann die tertiären durch tangentiale Scheidewände. Die Scheidewandbildung geht fortwährend in den äußeren Zellenschichten rascher vor sich, als in den inneren. Besonders die Zellen der Doppelschicht, welche die Oberhaut bildet, sind sehr zahlreich und klein, so daß sie sich in dieser Beziehung wie 8 : 1 und $^1/_8$ gegen die nächst inneren Zellen verhalten. Ein Kreis etwas weiter im Inneren liegender Zellen zeigt schon sehr früh ringförmige Verdickungsschichten an den inneren Flächen der Wandungen. Diese sind die ersten Anfänge der späteren Gefäßbündel. — Rings um den Gipfel der Knospe erheben sich die Zellen zu einem ringförmigen Wulste; dieses ist der Anfang einer neuen Blattscheide; was bei der Bildung der Spreublättchen der Laubfarren mit einzelnen Zellen des Umfangs der Knospe vor sich geht, das ereignet sich hier an einem Kreise auf einer unmerklich sich erhebenden Spirale unmittelbar benachbarter Zellen gleichzeitig. Die Entwicklung der so erhobenen Zellen zu Blattorganen geht ganz so vor sich, wie bei den Spreublättchen. Die Zellenreihen, welche entstehen, trennen sich jedoch, da indessen der Umfang der Knospe zunimmt, zuerst in vier Gruppen, dann in die dopelte Zahl mehr oder minder regelmäßig. Der untere Theil der Blätter bleibt vereinigt, indem hier die Vermehrung der Zellen in seitlicher Richtung länger andauert, ja in dem unteren Theile der Mittellinie ist diese so lebhaft, daß hier jedes Blatt bauschig wird, eine Längsfalte bekommt und seine Spitze nach Innen neigen muß. Die unteren Zellen des zu einer Blattscheide verwachsenen Blätterquirles behalten ihre Vermehrungsfähigkeit noch lange bei, und sie entwickeln die ganze Zellenmasse, aus welcher der röhrenartige Theil des Schaftes von je einer Scheidewand bis zur nächst unteren besteht. Am Grunde jedes Blattes beginnen einige Zellen frühzeitig, indem sie mit den oben erwähnten Ringzellen in Verbindung treten, sich zu einem Gefäßbündel umzubilden, welches im ersten Anfange nur aus einer Reihe von Ringzellen, und nachdem die wagerechten Scheide-

wände zwischen diesen sich aufgelöst haben, aus einem einzigen Ringgefäße besteht, mit welchem sich aber nach und nach mehrere benachbarte Zellenreihen verbinden. So läuft vom Grunde jedes Blättchens der Blattscheide allemal ein Gefäßbündel bis zur nächsten Scheidewand hinab. Da die Blätter einer Blattscheide immer mit denen der nächst unteren abwechselnd stehen, so trifft dieses Gefäßbündel dort nicht direkt auf ein Gefäßbündel des nächst unteren Gliedes, sondern in die Lücke zwischen zwei solche; es verbindet sich mit beiden durch etwas gestreckte Zellen, in denen ringförmige Verdickungen erscheinen, wie in den Ringgefäßen selbst. — Die innere Zellenmasse, welche von den oben erwähnten Kreisen derjenigen Zellen, die als erster Anfang der Gefäßbündel zu betrachten sind, umgeben ist, und welche auch hier als Mark bezeichnet werden darf, vermehrt sich verhältnißmäßig am wenigsten, besonders nicht in dem Sinne, daß dieses Centralgewebe der Wedelknospe sich in die Länge ausdehnte. Die Vermehrung in den Richtungen des Umfanges durch radiale und tangentiale Scheidewände ist je nach der Kräftigkeit des Sprosses, und besonders regelmäßig bei fruchtbaren und unfruchtbaren Wedeln verschieden. Die in der Ebene des Ursprunges einer Blattscheide liegende Markschicht wird durch die außerordentlich starke Vermehrung der Zellen des Blattscheidengrundes und der Gefäßbündel in der Richtung der Längenachse der Knospe immer weiter von der einer nächst unteren Blattscheide entsprechenden Markschicht getrennt. Auf diese Weise entstehen die Höhlungen der Glieder des Stockes, der Wedel, der Quirläste. Die von einander getrennten Markparenchymschichten sind die zwischen denselben zurückbleibenden Scheidewände oder Internodien.

Sehr eigenthümlich ist für die Schafthalme die verspätete Entwicklung der Seitenäste. Die Zellen, von denen die Entwicklung dieser, die ganze Organisation des Stockes und der Wedel wiederholenden Organe ausgehen soll, verhalten sich nämlich gleichsam schlafend, während die Entwicklung der Blätter, in deren Achseln sie eigentlich hervortreten sollten, schon weit vorschreitet, ja am oberen, die Blattscheide bildenden Theile sogar sich bereits vollendet. Erst später beginnt die Entwicklung der Aeste, welche daher gezwungen sind, sich durch die hautige Blattscheide hindurch zu zwängen, und welche nun dem äußeren Anscheine nach nicht in den Achseln der Blätter, sondern unter denselben stehen. Denn der hauptsächlichste Theil der Blätter, der von dem Internodium abwärts röhrenartig entwickelte und mit den Gefäßbündeln des Stengels vereinigte, erscheint als ein Stengelgebilde. Diese verspätete Entwicklung der Seitenknospen und, derselben entsprechend, die Stellung der Seitensprossen im Verhältniß zu den Blattscheiden ist, übereinstimmend bei dem Stocke, bei den unterirdischen stockartigen und bei den überirdischen Wedeln und bei den Quirlästen, stets die nämliche.

Manche unterirdische Seitenknospen erleiden, wenn sie aus dem Stocke hervorgebrochen sind, ausnahmsweise eine starke Vermehrung des äußeren Zellgewebes in die Dicke, wobei sie sich dann wenig oder gar nicht in die Länge ausdehnen, und so zu eiförmigen oder kugeligen Knollen umgestalten, welche sich durch eine Ansammlung von Stärkekörnchen und Traubenzucker in ihren Zellen auszeichnen.

Fruchtbare Wedel brechen stets nur aus den untersten Internodien eines vorigjährigen Stockes oder unterirdischen stockartigen Wedels hervor. Die erste Entwicklung der Fruchtschildchen des Fruchtzapfens geht genau wie die der ersten Anlage

zu einer Blätterscheide vor sich. Der erste ringförmige Wulst ist nur massiver und weit weniger erhaben. Und wie später die Blattzipfel über den anfangs gleichförmigen Rand der werdenden Blätterscheide hervortreten, so bilden sich auch hier bestimmte Stellen eines jeden Ringwalles stärker aus. Hier aber geht die Zellenvermehrung der Blätter an ihrem unteren Theile nicht so vorherrschend fort, wie bei den Blätterscheiden, sondern die einzelnen Ringwälle bleiben ziemlich nahe beisammen stehen. Dagegen ist hier die Zellenvermehrung in den anfangs halbkugelig vorragenden Gipfeln, aus welchen die Fruchtschildchen werden sollen, vorherrschend, und zwar besonders in den äußersten Zellenschichten, welche sich daher durch den Druck, den sie gegenseitig auf einander ausüben, zu sechseckigen Schilden abplatten. Auf der nach innen und unten gekehrten Fläche eines jeden dieser Schilder bilden sich fünf bis sechs stumpf vorragende Wärzchen von Zellgewebe, die ersten Anlagen zu den Sporangien. Eine der inneren Zellen dieser Wärzchen wird zur Sporenmutterzelle, die äußeren, sie umgebenden Zellen bilden sich zur Wandung des Sporangium, zur Kapsel, aus. Diese Wandung besteht immer aus einer anfangs doppelten, später sogar dreifachen Zellenschicht. Die Sporenmutterzelle vermehrt sich, während ebenfalls die Zellen der Wandung sich fortwährend vermehren, durch Scheidewände in verschiedenen Richtungen wechselnd. So entsteht eine ziemliche Anzahl von Mutterzellen, in deren jeder dann durch schnell aufeinander folgend wiederholte Theilung vier Sporen gebildet werden. Während dieses Vorganges werden die Zellen der inneren Schicht und später auch die der mittleren Schicht der Kapselwandung ganz aufgelöst und wahrscheinlich, wie auch die sich auflösenden Wandungen der verschiedenen Altersfolgen von Mutterzellen, zur Ernährung der Sporen verwandt. In den Sporenmutterzellen ist immer ein gelbkörneliger Schleim und ein sehr deutlicher, hier entschieden als ein Bläschen erkennbarer Cytoblast (Zellenkern — Kernbläschen) enthalten; der Cytoblast verschwindet vor jeder Theilung (Tochterzellenbildung). Die vier zuletzt durch Theilung der letzten Mutterzellen gebildeten Zellen sind nicht unmittelbar selber die Sporen, sondern in ihnen erzeugt sich eine einzelne Zelle, welche erst die eigentliche Spore ist. Bevor diese den ganzen Raum ihrer Specialmutterzelle ausfüllt, sammelt sich in den freien Räumen feste Substanz, welche bei späterer Entwicklung der Spore und der dadurch hervorgebrachten Ausdehnung der Specialmutterzelle auseinander gezogen, sich zu dem seltsamen Fadenpaare gestaltet, welches, wie oben (Seite 687) erwähnt, jede einzelne Spore umgibt, an einem Punkte sich kreuzt und fest an der Spore anklebt, und durch seine Austrocknung und dadurch erfolgende Ausstreckung, ähnlich den Schleuderern der Lebermoose (Seite 632), die Entleerung der Sporen aus der ebenfalls in Folge der Austrocknung aufreißenden Kapsel unterstützt.

Die ganze Klasse der Zapfenfarren umfaßt in der jetzigen Schöpfung kaum ein Viertelhundert Arten, welche alle von dem oben beschriebenen Ackerschafthalme nur durch geringere Verhältnisse abweichen und daher mit derselben eine gemeinsame Geschlechtsbenennung (Equisetum) führen. Die wichtigsten Unterschiede, welche bei diesen Equiseten bemerkenswerth sind, beziehen sich auf die Verhältnisse der Wedel. Während bei den einen besondere fruchtbare Wedel neben anderen unfruchtbaren Wedeln erscheinen, findet bei anderen ein solcher Unterschied nicht statt. In ersterem Falle ist der fruchtbare Wedel bald, wie beim Ackerschafthalme, nicht mit Quirlen

von Seitenästen versehen, oder er trägt solche, jedoch dann meistens kürzere, als der unfruchtbare Wedel. In dem letzteren Falle ist gewöhnlich der obere Theil des Wedels, drei bis fünf Glieder vom Fruchtzapfen abwärts, von Quirlen frei.

Von den chemischen Bestandtheilen der Equiseten möge hier nur eines besonders wichtigen Stoffes erwähnt werden, welcher diese Gewächse in ausgezeichnetem Grade charakterisirt, der Kieselerde. Es nehmen die Schafthalme sämmtlich eine außerordentlich große Menge dieser, für sich in Wasser so schwer auflöslichen Erde in sich auf, daß sie darin nur mit den Kieselalgen (Diatomeen, Seite 599) verglichen werden können. Sie sammeln diesen Stoff, welchen sie vielleicht als in Wasser lösliches kieselsaures Kali („Wasserglas") aus dem Boden aufsaugen, in ihren Zellenwandungen, vorzugsweise aber in denen der Oberhautschichten in solchem Grade an, daß man, nach Beseitigung der vegetabilischen Substanz vermittelst Schwefelsäure, ein vollständiges glasartiges Skelett dieses Zellgewebes erhält. Die Zellen der Oberhaut besitzen nach außen vorragende Schüppchen und Körnchen von dieser so äußerst harten Substanz, welche aus der vertrockneten Aussonderungsschicht herzurühren scheinen, und besonders die warzenartig hervorstehenden Zellchen, welche die Spaltöffnungen begrenzen, zeigen diese Eigenschaft. Es rührt daher der Umstand, daß die Wedel der Equiseten eine feilenartig rauhe und nicht allein Holz oder weiche Metalle, sondern selbst Stahl und Glas angreifende und polirende Oberfläche besitzen, durch welche sie dem mannigfaltigsten Gebrauche im täglichen Leben (Kannenkraut, Zinnkraut, Scheuerkraut) und in den Gewerben Anwendung finden. —

Die an eigenthümlich gebildeten Blattorganen der fruchtbaren Wedel entwickelten **Sporen** sind ganz mit den Sporen der Laubfarren zu vergleichen. Sie sind ohne Anwesenheit befruchtender Organe entwicklungsfähig geworden; aber auch sie erzeugen nur einen Vorkeim. Der **Vorkeim** der Schafthalme hat große Aehnlichkeit mit dem der Laubfarren, sowohl in der Entwicklungsweise, als auch in der äußeren Form. Die Entstehung von **Antheridien**, deren Inhalt sich hier durch die größten spiraligen **Spermazellen** auszeichnet, welche man im Pflanzenreiche kennt, ist vollständig beobachtet. Dagegen die Entwicklung von **Archegonien** ist noch ungenügend bekannt, wenn gleich die über die ersten Anfänge derselben gemachten Beobachtungen es sehr wahrscheinlich hinstellen, daß wenige Abweichungen von dem, was man bei den Laubfarren kennt, stattfinden möchten. — An einem Punkte des mit vielen Wurzelhaaren versehenen viellappigen Vorkeimes bildet sich ein Zellenhäufchen, aus welchem der erste Wedel hervorgeht. Ob dieser Wedel später ein unterirdischer Stock bleibt, oder ob er einem seitenständigen Zweige entspreche, darüber ist noch nicht genügende Gewißheit erlangt worden, da die zu diesem Zwecke gezogenen Keimpflänzchen nie andauernd gedeihen wollten.

Die Zapfenfarren, mit ihrer so höchst einfachen und so auffallend mathematisch nach einem höchst einförmigen Grundplane gebauten Organisation, gehören zu den wunderlichsten Gestalten der jetzigen Schöpfung, deren überwiegender Menge von Pflanzen, die in der Größe ihnen vergleichbar sind, sie gegenüberstehen, wie das kindlich einfache Geräth aus einem Hünengrab der Urzeit dem kunstreichen Schmucke des jetzigen Europäers. Sie sind in der That Repräsentanten einer uralten Zeit — vielleicht älter als die Laubfarren der Steinkohlenperiode. Freilich sind sie nur winzige Zwerge, diese Schafthalme, welche auf Aeckern und Wiesen des Landmannes

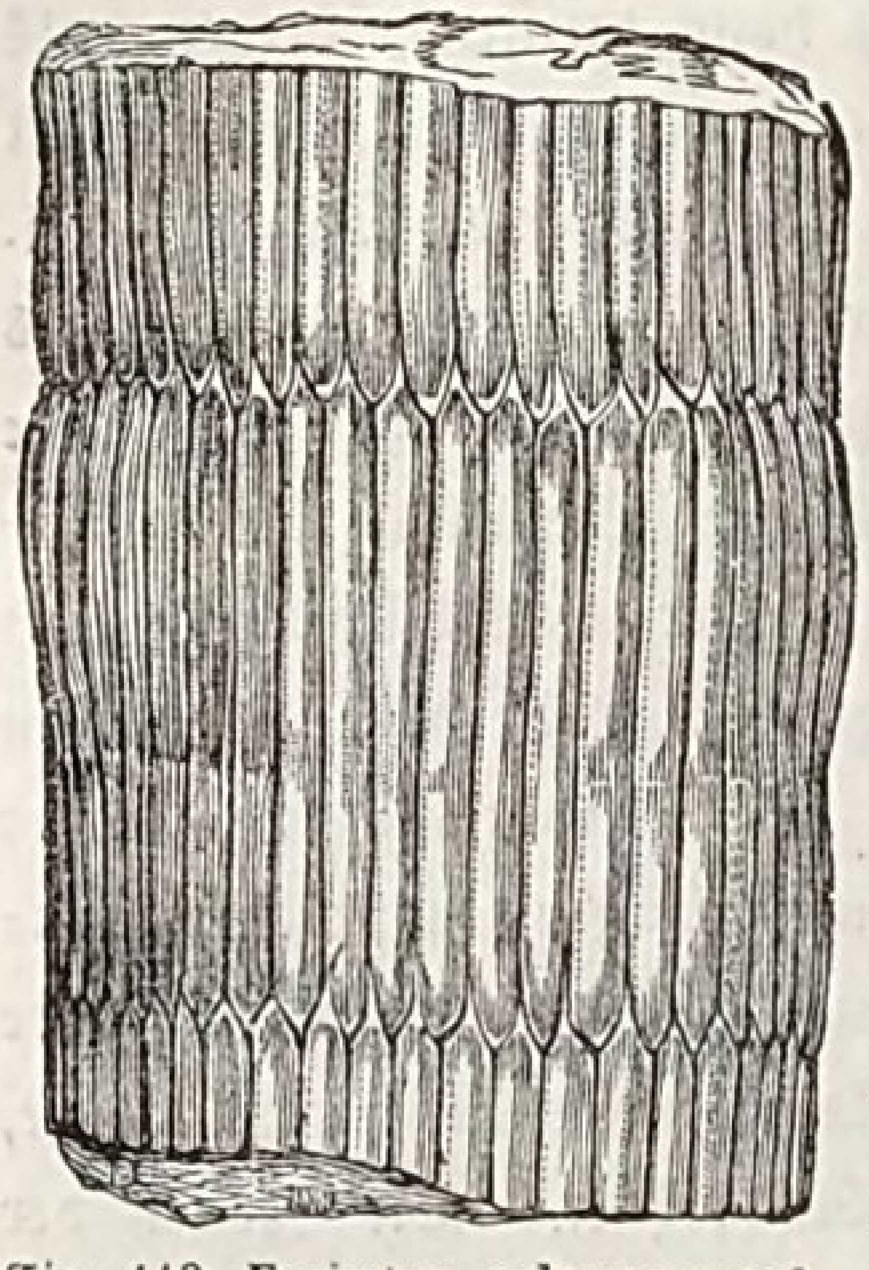


Fig. 110. Equisetum columnare aus der Oolithformation.

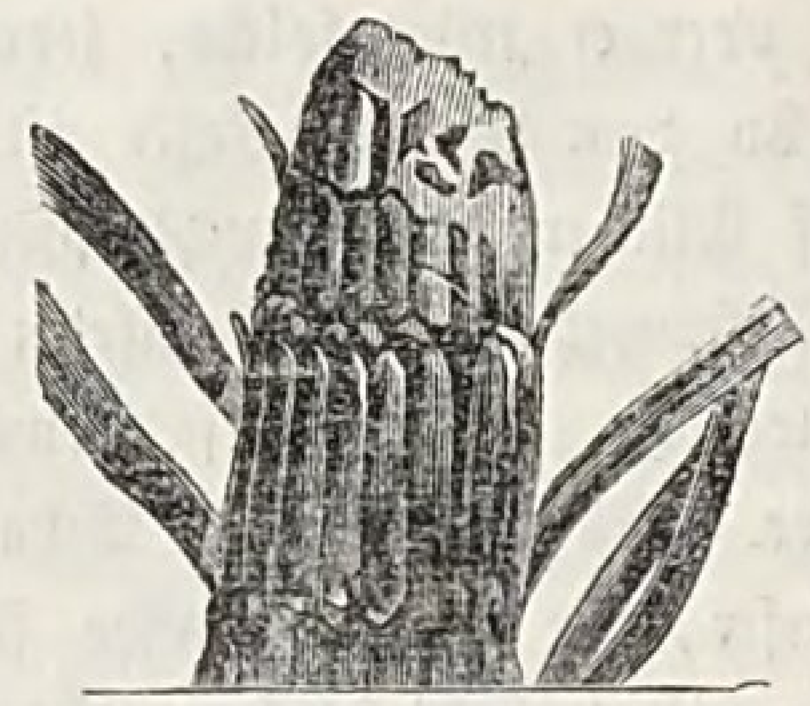


Fig. 111. Calamites cannaeformis aus der Steinkohlenformation.

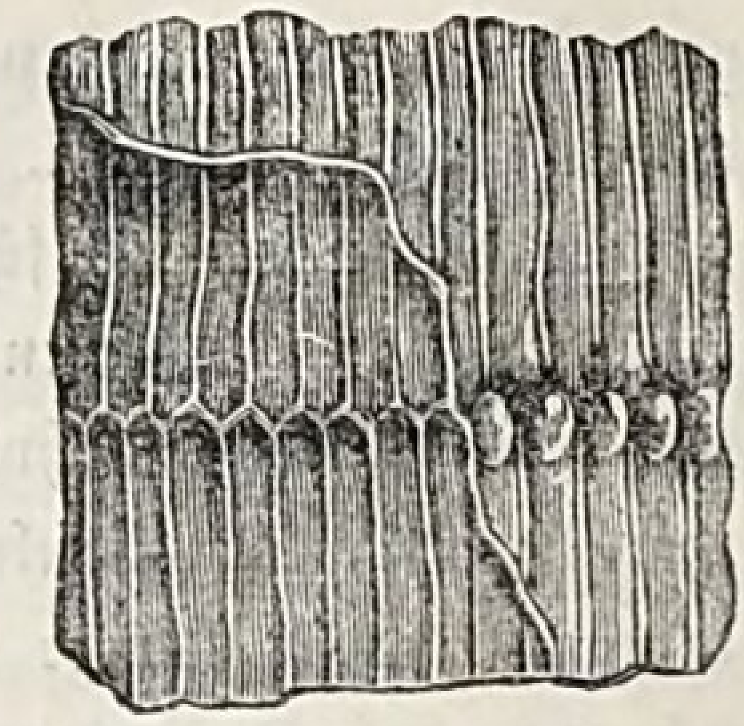


Fig. 112. Calamites Suckovii aus der Steinkohlenformation.

Kummer sind, gegen die mächtigen Equisetaceen (Fig. 110) und Calamiten (Fig. 111—112) früherer Perioden. Diese waren zum Theil hochragende Bäume, die letzteren mit zahlreichen, keilförmig von der Rinde zum Marke verschmälerten Gefäßbündeln, welche einen dicken holzigen Gürtel um die enge Höhlung der Glieder dieser kolossalen Wedelschäfte bildeten. Sie waren sehr zahlreich in der Periode der Steinkohlenformation, aus welcher man bereits fast siebenzig Arten von Calamiten und Equiseten kennt. Auch in den folgenden Perioden existirten immer noch ziemlich zahlreiche Gattungen dieser wunderlichen Gewächse, doch über den Triasablagerungen wird ihre Abnahme stark bemerkbar. In der Kreideformation, aus deren Zeit bislang noch überall keine Ablagerungen mit erheblichen Ueberbleibseln von Produkten des Festlandes aufgefunden worden sind, und welche daher einstweilen noch in vieler Beziehung eine Lücke in der Entwicklungsgeschichte der organischen Schöpfung übrig läßt, vermißt man sie noch ganz. Nur wenige kennt man aus den Tertiärschichten. Die Schafthalme unserer jetzigen Schöpfung scheinen gleichsam die letzten Ueberbleibsel zu sein, welche durch die ihnen zu Grunde liegende, einst so vielfach und so großartig verwirklichte, schöpferische Idee geschaffen worden sind.

Rückblick.

Alle bis hieher betrachteten Pflanzen boten uns die gemeinsame Eigenschaft dar, daß sie gewisse eigenthümliche Keimzellen, die Sporen, erzeugen, welche, von der Mutterpflanze freiwillig sich lostrennend, fähig sind, der Anfang einer neuen gleichartigen Pflanze zu werden. Wir dürfen dieselben aus diesem Grunde unter der Benennung von Sporenpflanzen, Keimzellenpflanzen, oder kürzer, Keimpflanzen zusammenstellen, um sie dadurch zu sondern von denjenigen Pflanzen, deren Keimzellen von der Mutterpflanze als solche getrennt, sogleich ihre Keimungsfähigkeit verlieren würden, und bei denen daher eine solche Trennung freiwillig gar nicht eintritt, bevor die Ausbildung der Keimzelle zu einem besonderen kleinen Pflanzenembryo erfolgt ist. Ein solcher Pflanzenembryo ist dazu allemal mit einer äußeren schützenden, meistens mehrfachen Umhüllung bekleidet, unter welcher derselbe durch die ungünstige Jahreszeit hindurch, oder oft gar viele Jahre lang, bis er überhaupt in die zu seiner Weiterentwicklung erforderlichen Verhältnisse gelangt, seine Entwicklungsfähigkeit bewahrt. Dazu ist derselbe mit einem reichlichen Vorrathe von

angehäuften Nahrungsstoffen versehen, durch welche er sich ernährt, bis daß er aus sich selber Ernährungsorgane entwickelt hat, und diese Nahrungsstoffe bilden entweder innerhalb der schützenden Umhüllungen eine Ausfüllungsmasse, in welcher der Embryo gleichsam eingebettet liegt (Fig. 113), oder aber sie sind in den Zellen der sehr dicken blattartigen Organe des Embryo selber angesammelt (Fig. 114). Das Ganze eines solchen Pflanzenembryo, mit seinen Nahrungsvorräthen und schützenden Hüllen nennt man Samen, und wir unterscheiden daher die durch solchen sich fortpflanzenden Gewächse von den Keimpflanzen unter der Benennung von Samenpflanzen. Da die letzteren während ihrer Embryonalperiode, so lange sie noch Theile der Mutterpflanze selbst sind, bereits die ganze erste Stufe ihrer Entwicklung durchlaufen (Fig. 115), welche von den Keimpflanzen erst nach der Trennung von der Mutterpflanze, also bei völliger Selbstständigkeit durchlaufen wird (Fig. 116), so betrachten wir die Samenpflanzen als die höher stehenden, die Keimpflanzen als die niedrigern Gewächse.

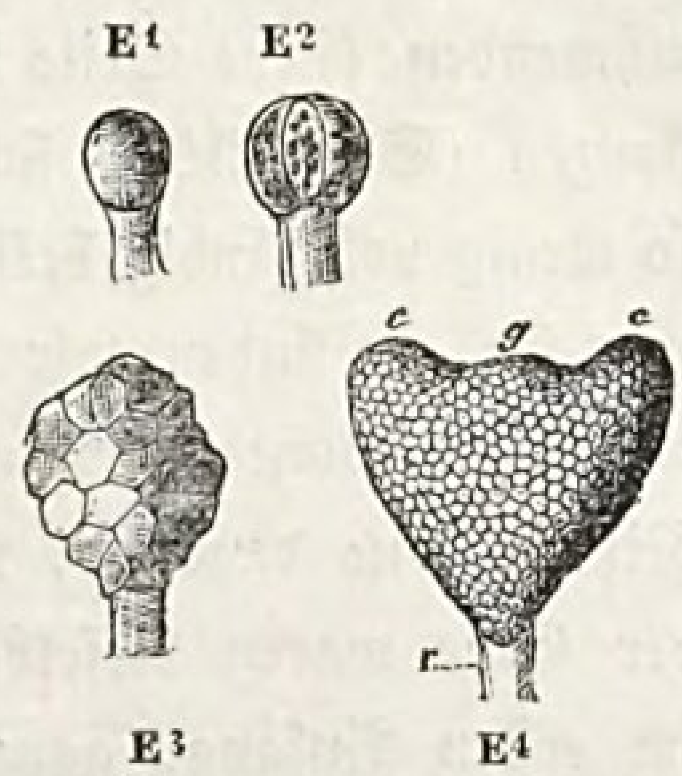


Fig. 115. Die Entwicklung des Embryo der gemeinen Nachtkerze.*

* E1 Die Keimzelle (innerhalb der Samenanlage durch eine andere fadenförmige Zelle angeheftet). — E2 Die Keimzelle hat begonnen, sich zu vermehren. — E3 Aus der Keimzelle ist schon ein Zellenhäufchen geworden. — E4 Dieses Zellenhäufchen beginnt als ein Embryo mit verschiedenartigen Organen zu erscheinen; *r* die untere Spitze des embryonalen Stammes, aus welcher später die Wurzel entwickelt wird (siehe *r* Fig 114); *c c* die Anfänge der blattartigen Samenlappen (siehe *c* Fig. 114); *g* die Anlage zu der aufwärts wachsenden Spitze des embryonalen Stammes, das Keimknöspchen des Samens genannt.

Da eine befruchtende Einwirkung besonderer Organe auf die Keimzellen oder auf die Mutterzellen dieser letzteren bei den Keimpflanzen auch da, wo solche überhaupt statt zu finden scheint, doch der unmittelbaren Beobachtung bis jetzt noch immer entgangen ist, während eine solche bei den Samenpflanzen ganz bestimmt nachweisbar und schon seit langer Zeit bekannt war, so ist es noch heutigen Tages immer gerechtfertigt, wenn man die Keimpflanzen kryptogamische, d. h. „in der Verborgenheit zeugende" Gewächse (Cryptogamæ), die Samenpflanzen dagegen phanerogamische, d. h. „unverborgen zeugende" Gewächse (Phanerogamæ) nennt. Um hinzudeuten auf den bei den Keimzellen der Keimpflanzen stattfindenden Mangel, oder das beim Samen der Samenpflanzen nie fehlende Vorhandensein von ent=

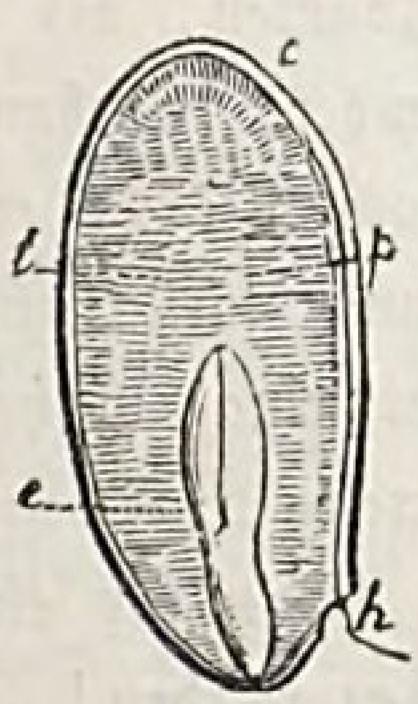


Fig. 113. Durchschnitt eines Samenkornes. *

* *e* Der Embryo; *p* die mehlreiche Umgebung desselben, Endosperm genannt; *l* die Samenschale; *h* der Stiel, vermittelst dessen der Same an der Mutterpflanze befestigt war, „Nabelstrang" genannt; *c* der Punkt, bis zu welchem dieser Stiel sich am Samen hinaufzieht und wo derselbe an die Samenhaut angewachsen ist, Samengrund genannt.

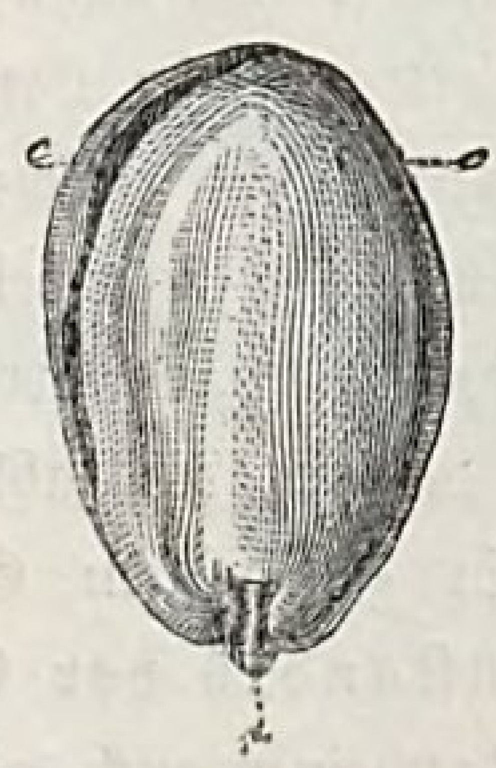


Fig. 114. Der Embryo einer Mandel, aus der Samenschale herausgenommen, welche er gänzlich ausfüllte. *

* *r* Der embryonale Stamm, welcher an seinem unteren Ende noch keine Wurzel entwickelt hat; *c* die dicken, mit Nahrungsstoffen reichlich gefüllten blattartigen Organe, „Samenlappen oder Cotyledonen" genannt.

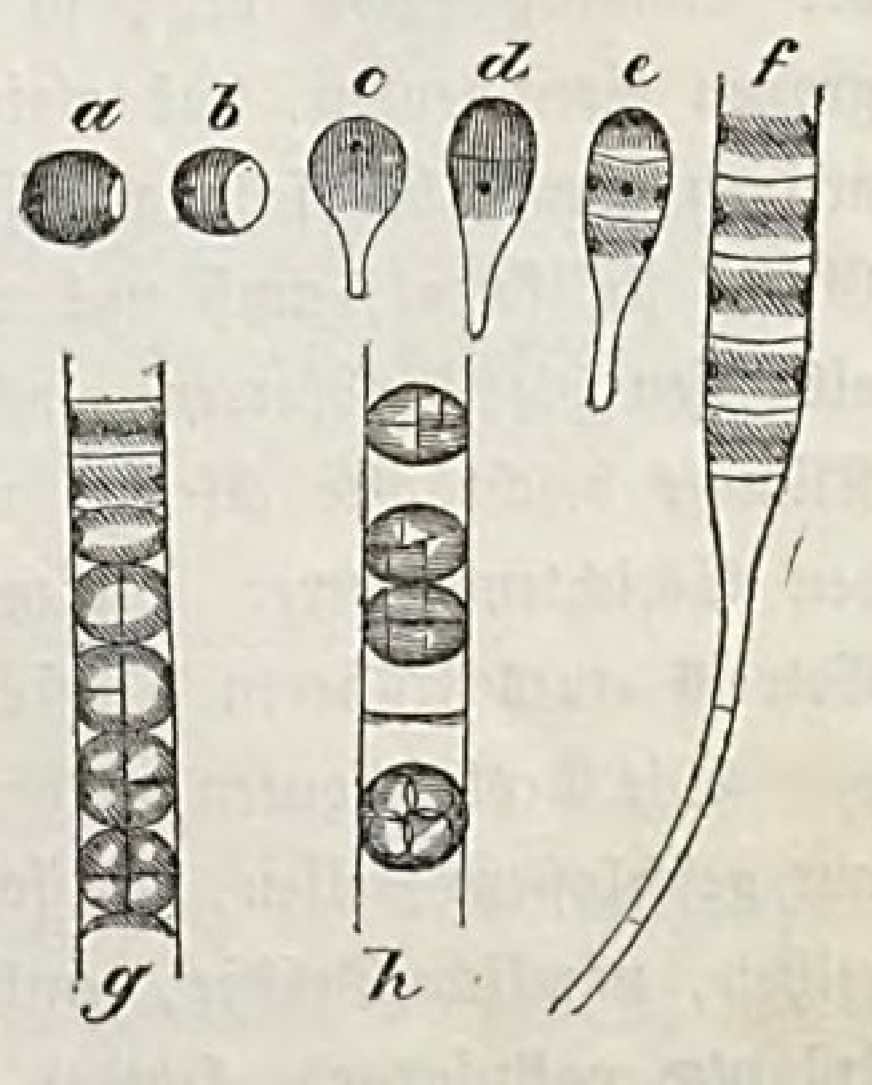


Fig. 116. Die Keimung der Keimzellen (Sporen) einer Fadenalge. *

* *a* Die Spore; *b* dieselbe im Beginne der Keimung; *c*, *d*, *e*, *f* die weiteren Stufen der Keimung und Entwicklung.

wickelten embryonalen Organen, insbesondere von blattartigen Samenlappen (Cotyledonen), wählt man, als mit den vorigen Benennungen gleichbedeutende Bezeichnung, auch wohl die Ausdrücke Acotyledoneen, d. h. „samenlappenlose Pflanzen" (Acotyledoneæ) und Cotyledoneen, d. h. „Samenlappen besitzende" (Cotyledoneæ).

Die Keimpflanzen, Kryptogamen, Acotyledoneen sind nicht nur, wenn man die außerordentliche Menge der ausgestorbenen Gattungen früherer Perioden der Schöpfungsgeschichte mit in Rechnung bringt, sondern auch bei alleiniger Berücksichtigung der gegenwärtig existirenden Pflanzen die zahlreichere Abtheilung. Die Samenpflanzen stehen beträchtlich gegen dieselben zurück. Nimmt man bei der Betrachtung dieses Verhältnisses auf die verschiedenen Zonen der Erde Rücksicht, so ergibt sich das interessante Resultat einer großen Ungleichheit für dasselbe. Lassen wir die thierisch athmenden (siehe Seite 590) und wie die Thiere nur von bereits assimilirten Substanzen (Seite 594) sich nährenden Pilze bei Seite, übersehen wir ferner die noch so wenig vollständig bekannten Verhältnisse derjenigen Algenklassen, welche im Wasser wachsen, so finden wir gegenwärtig besonders in den gemäßigteren und kalten Zonen die Acotyledoneen in ungeheurem Grade an Zahl und Menge überwiegend, in der heißen Zone dagegen, wie es scheint, erheblich zurückstehend. In früheren Perioden der Erde waren dieselben überall, je früher, desto entschiedener, vorherrschend, ja im ersten Anfange ganz allein vorhanden. Dieselben sind nach und nach durch die Samenpflanzen theilweise verdrängt worden; jedoch gelang diese Verdrängung vorzugsweise in der heißen Zone, weit weniger in den kälteren, indem die Unempfindlichkeit der meisten Acotyledoneen gegen die Kälte, sie hier den Samenpflanzen gegenüber begünstigte. Nur die vollkommensten Klassen unter den ersteren, die Farren, besonders die Laubfarren, konnten sich in den gemäßigteren Klimaten weit minder, als in den heißeren behaupten, da ihnen die Ausdauer gegen die Kälte in viel höherem Grade mangelt, als den Moosen und Flechten. So hat sich für die jetzige Periode ein Verhältniß herausgebildet, durch welches, trotz der unzweifelhaften Abnahme der Zahl der Gattungen, die Laubfarren in den heißeren Klimaten noch immerhin etwas mehr hervortreten, als in den gemäßigteren. Doch schon der Umstand, daß in den von großen Festländern entfernteren Inselgegenden, über welche sich die Samen der Samenpflanzen nicht so rasch und so massenhaft verbreiten konnten, als auf großen Continenten, das gleiche Hervortreten von Laubfarren, besonders von baumartigen, auch bei sehr gemäßigtem Klima, in gleichem, ja in noch viel höherem Grade stattfindet, muß uns von der voreilig aufgestellten Behauptung zurückhalten, als seien die Laubfarren, insbesondere die Baumfarren, überhaupt eine auf heiße Klimate beschränkte Klasse, und als dürften die zahlreichen Ueberreste derselben in den Schichten älterer Formationen in gemäßigten Gegenden der Erde für einen Beweis eines früheren heißeren Zustandes der Erde angesehen werden!

Die Acotyledoneen werden im Allgemeinen auch wohl klassificirt in solche, welche nur geschlossene Zellen, und solche, welche auch in offene Verbindung getretene Zellenreihen, nämlich Gefäße, enthalten. Man bezeichnet erstere als Zellenpflanzen (plantæ cellulares), letztere, zu welchen nur die Zapfenmoose und Farren gehören, als Gefäßpflanzen (plantæ vasculares), oder, weil alle Samenpflanzen ebenfalls den Namen Gefäßpflanzen verdienen, als Zellenkryptogamen und Gefäßkryptogamen.

Die Samenpflanzen.

I. Reihe:	II. Reihe:
Nacktsamige Pflanzen.	**Hüllsamige Pflanzen.**
Gymnospermæ.	Angiospermæ.

Uebersicht der nacktsamigen Pflanzen.

I. Klasse: Cykadeen. Cycadeæ.
II. Klasse: Zapfenträger. Coniferæ.

I. Klasse. Die Cykadeen.

Der gemeine Sagobaum (Fig. 117) der molukkischen Inseln ist das ausgezeichnetste Beispiel der Pflanzenklasse, welche nach diesem Baume die der Sagobäume oder Cykadeen genannt wird, und welche in ihrem Aeußern so große Aehnlichkeit mit den baumartigen Laubfarren besitzt, daß man die hieher gehörigen Gewächse, bevor man die Samen derselben kannte, wirklich zu den Farren rechnen zu müssen glaubte. Ein säulenförmig aufwachsender, brauner Stamm, welcher sich in seinem Umfange nach oben durchaus nicht „verjüngt," sondern sogar stellenweise stärker anschwillt, ist an seinem Gipfel gekrönt mit einem herrlichen Büschel der



Fig. 117. Der gemeine Sagobaum (Cycas circinalis). *

* a Der männliche Baum; b der weibliche Baum; c ein junger Stock.

großartigsten smaragdgrünen Wedel, welche in spiraler Ordnung um die Gipfelknospe gedrängt stehen, und von denen die innersten, jüngsten, der Mitte des Gipfels zunächst stehenden, die schöne bischofsstab- und schneckenförmige Einrollung zeigen, welche für die Farrenwedel so bezeichnend ist. Wirklich haben wir es auch hier nicht mit Blättern zu thun, sondern mit blattförmigen Zweigen, wie die Wedel der Farren sind, ein Verhältniß, welches hier noch entschiedener, als bei

jenen hervortritt, indem hier viel ausgezeichnetere ächte Blätter anzutreffen sind, als die „Spreublättchen" der Laubfarren waren. Diese ächten Blätter stehen überall am Stamme und besonders zwischen den lebendigen Wedeln herum, werden aber leicht mit den Ueberresten der abgestorbenen Wedel verwechselt. Sie ahmen im Großen die Form der Lycopodienblätter nach, indem sie einer Pfeilspitze mit lang auslaufendem pfriemförmigem Ende ähneln. Hier aber sind es nicht geringe hautige Anhängsel, sondern stark entwickelte, wohl eine Spanne lange holzige Schuppen, deren Oberhaut ebenso, wie der Grund der Wedelstiele, dicht mit einem Filz von Haaren bekleidet ist. Der Stamm ist seiner ganzen Länge nach, wie mit groben Schuppen, bedeckt mit Blättern und den Ueberresten der bereits abgängig gewordenen älteren Wedel. Ein büscheliger Schopf von Wurzeln, welche zwischen den Ueberresten der alleräitesten Wedel entspringen und den untersten Theil des Stammes dick umhüllen, hält den prächtigen Baum auf dem nassen Sande der Flußufer und in quellenreichen Gebirgsthälern im Boden fest, und führt ihm die nöthige Nahrungsfeuchtigkeit zu.

Auf einem Querdurchschnitte (Fig. 118) zeigt der Stamm des Sagobaumes, ähnlich wie der Stock des Farren, einen dichten holzigen Ring, welcher aus Bündeln von Prosenchymzellen besteht, und welcher eine starke mittlere parenchymatische

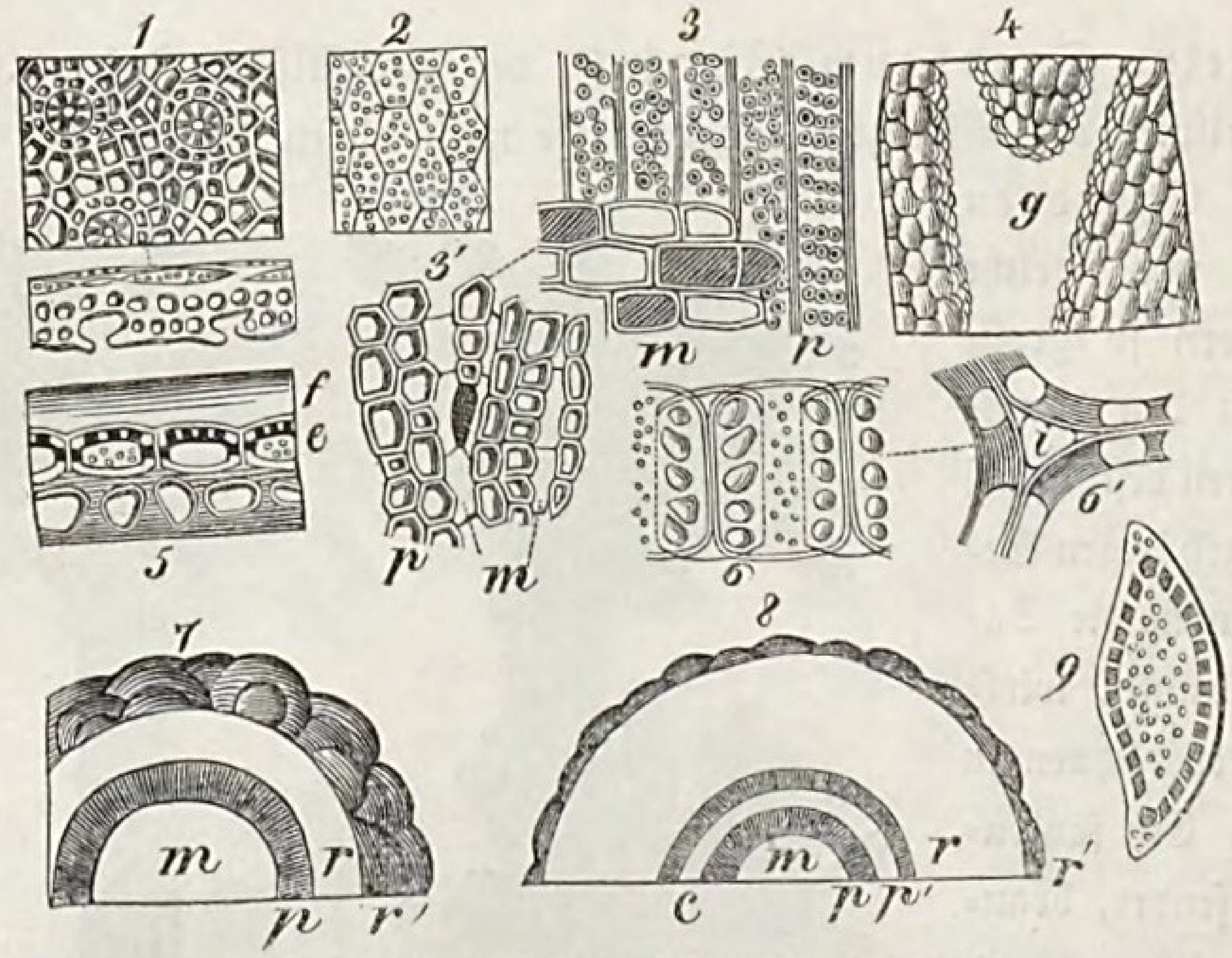


Fig. 118. Die Anatomie des Sagobaumes. *

* In Ermanglung von guten Abbildungen des gemeinen Sagobaumes und der Gelegenheit, solche zu liefern, sind solche Abbildungen benutzt worden, welche von ganz ähnlichen Sagobaumarten herrühren.

1 Ein Stück des Oberhautzellgewebes mit Stomaten vom chinesischen Sagobaume (Cycas revoluta), vergrößert; darunter ein Durchschnitt durch die Oberhaut und einen Theil des inneren Zellgewebes, um die Lufthöhlungen unter den Stomaten zu zeigen. — 2 Senkrechter Durchschnitt eines Theiles des Markparenchyms der Wedelstiele derselben Pflanzenart; die Zellen sind getüpfelt; vergrößert. — 3 Getüpfelte Prosenchymzellen (*p*) nebst einigen Markparenchymzellen (*m*) von derselben Art; 3' Querschnitt durch eine solche Zellenpartie; *p* Prosenchymzellen; *m* Markstrahlen; vergrößert. — 4 Ein Stück eines aufgeschnittenen Gummiganges (*g*), welcher sich gerade aus der Vereinigung von zweien solchen Gängen bildet; die Zellen des umgebenden Parenchyms ragen blasig aufgetrieben in die Höhlung des Ganges hinein; vergrößert. — 5 Schnitt senkrecht auf die Fläche eines Wedellappen von derselben Art; die Oberhautzellen (*e*) sind nach den Seiten und nach der Oberfläche zu mit (im Schnitt dunkel erscheinenden) sogenannten „Poren" versehen, welche nur von der einfachen Zellenwandung umschlossen sind; *f* ist die firnißartige Aussonderungsschicht, welche die Oberhaut bedeckt; vergrößert. — 6 Zellen mit großen Tüpfeln gegen die Interzellularräume und kleinen an den Berührungsstellen der Zellenwandungen; bei 6' ein Querdurchschnitt eines Interzellularraumes (*i*), nebst den betreffenden Theilen der Wandungen dreier Zellen; man bemerkt die „Poren" als dunklere Stellen; dieselben sind nur durch die einfache Zellenhaut geschlossen. — 7 Ein Theil des Querdurchschnittes des Stockes des südafrikanischen Sagobaumes (Zamia horida), 1/7 der nat. Gr.; *m* Markparenchym; *p* Prosenchymring; *r* Rindenparenchym; *r'* Ueberreste von Blättern und Wedelstielen. — 8 Ein halber Querdurchschnitt eines jungen Stockes des chinesischen Sagobaumes, 1/2 d. nat. Gr.; *m* Markparenchym; *p* innerer Prosenchymring; *c* lockeres Parenchym; *p'* äußerer Prosenchymring; *r* Rindenparenchym; *r'* Blätter und Wedelstiele. — 9 Durchschnitt eines Wedelstieles (nach einer fossilen Mantellia); man bemerkt deutlich die Gummigänge im Mark- und im Rindenparenchym, und den Ring der Prosenchymbündel; nat. Gr.

Markmasse umschließt und von der äußeren, ebenfalls parenchymatischen Rindenschicht, trennt. Jedoch ist dieser Ring hier viel regelmäßiger, dichter und geschlossener, als bei jenen und enthält keine eigentlichen Gefäße. Solche finden sich einzig auf der Grenze zwischen dem Holze und dem Marke. Das Markparenchym steht mit dem Rindenparenchym zwar in vielfacher Verbindung, indem schmale parenchymatische Partieen wie Strahlen allseitig vom Marke durch das Holz hindurch zur Rinde sich erstrecken, allein diese sogenannten „Markstrahlen“ sind hier viel geringer, als bei den Laubfarren, und werden daher kaum bemerkt (Fig. 118, 3). Je jünger der Stock des Sagobaumes ist, desto deutlicher sieht man die Markstrahlen zwischen den einzelnen Prosenchymbündeln des holzigen Ringes, und diese letzteren sind desto geringer an Zahl. Mit zunehmendem Alter vermehrt sich die Zahl derselben, indem zwischen den zuvor vorhandenen neue Bündel auftreten, welche bei ihrer Ausbildung zu beiden Seiten neben sich einen schmalen Streifen der Markstrahlenzellen lassen, so daß daher die Zahl der Markstrahlen auf diese Weise verdoppelt, die verhältnißmäßige Breite derselben aber immer mehr verringert wird. Diese Veränderung geht Hand in Hand mit der Entwicklung neuer Wedel, bis daß der Holzring ganz dicht geschlossen erscheint, und dann hat der Stock seinen vollen Umfang erreicht, welcher ferner nicht mehr zunimmt, dagegen in die Länge fortwächst bis zu 20 oder 30 Fuß. Da der Holzring am fortsprossenden Gipfel des Stockes enger ist und gleichsam der frühesten Entwicklungsstufe entspricht, so fügen sich hier in denselben immerwährend die den neuentstehenden Wedeln entsprechenden Holzbündel ein und bewirken dadurch, daß der Stock, während er am Gipfel fortsproßt, zugleich an dem nächst unter diesem befindlichen Theile sich zu dem gleichen Grade des Umfanges ausdehnt, welchen der Fuß des Stockes besitzt. Ja, wenn durch besondere Umstände der Witterung, der Feuchtigkeit u. s. w. begünstigt, die sich neu bildenden Holzbündel sowohl, als Mark- und Rindenparenchym, in einem Jahre in größerer Fülle erzeugt werden, so kommt es gar nicht selten vor, daß der Stock stellenweise an einem höheren Theile dicker wird, als an einem unteren. Die Prosenchymzellen des holzigen Ringes sind sehr gleichförmig und gewähren unter dem Mikroskope einen höchst auffallenden Anblick (3), indem dieselben ihrer ganzen Länge nach eine große Menge, in mehreren ziemlich unregelmäßigen Reihen neben einander liegender Scheibenzeichnungen zeigen. Diese Erscheinung ist hervorgebracht durch die Punkte, an welchen die inneren Verdickungsschichten der Zellenwandungen fehlen; man nimmt dieselben wahr als sehr kleine runde durchsichtige Tüpfelchen, welche man für Löcher oder Poren in der Zellenwandung halten könnte, und deren jedes von einem einfachen oder doppelten ringförmigen Hofe umgeben ist. Man nennt Zellen, welche diese Erscheinung darbieten, „punktirte, getüpfelte,“ oder auch fälschlich „poröse“ (S. 651). Da man im Ganzen noch wenige genaue Untersuchungen über die Sagobäume und die ihnen verwandten Gewächse machen konnte, indem solche in unsern botanischen Gärten nur als unantastbare Seltenheiten gezogen werden, so ist vieles in der Organisation derselben noch nicht aufgeklärt. Es scheint, daß der holzige Ring der Prosenchymbündel in den jungen Bäumen ein doppelter ist, und daß zwischen diesen beiden Ringen eine schmale Grenze, aus sehr zartem Parenchym bestehend, sich befinde.

Die Zellen des Markparenchyms sind mit außerordentlich reichlichen Mengen

von Stärkekörnchen erfüllt, welche unter dem Mikroskope eine ganz eigenthümliche, sehr plumpe und unregelmäßige Form zeigen. Diese Stärke wird als Satzmehl aus dem zerriebenen Marke in großer Quantität durch Ausschlämmen mit Wasser gewonnen, und über Feuer erhitzt und gedörrt, bildet sie den Sago. Dieser unterscheidet sich, abgesehen von der eigenthümlichen Form der Körnchen, nur in Folge des eben erwähnten Röstungsverfahrens von dem gewöhnlichen Stärkemehl der Getreidekörner und der Kartoffeln. Durch die Hitze wird nämlich die Stärke in kaltem Wasser auflöslich. Man kann daher mit jedem Stärkemehle den Sago nachahmen, und wirklich wird der meiste in den Handel kommende sogenannte Sago auf ähnliche Weise, theils aus dem Satzmehle des Markes der Sagopalme, theils aus Kartoffeln-, Erbsen- oder Weizenstärke (deutscher Sago) bereitet. Der Sago aus dem Marke des Sagobaumes hat einen eigenthümlichen, nicht eben angenehmen Geruch und Geschmack, welcher sich nur durch vielfache Auswässerung des frischen Satzmehles entfernen läßt.

Die Zellen des Rindenparenchyms stehen an den älteren Theilen nicht selten, ohne verlängert zu sein, unter einander in offener Verbindung, indem die Scheidewände an ihren Berührungsstellen in der Richtung der lebhaftesten Mittheilung der Säfte aufgelöst werden. Weite röhrenförmige Lücken zwischen den Zellen, sogenannte Interzellulargänge, sind in großer Menge vorhanden und mit reichlichen Vorräthen von wässerigem Gummisafte erfüllt, welcher aus jedem Einschnitte, den man am oberen Theile des Stockes anbringt, lebhaft hervorquillt und trocknend eine dem Traganthgummi sehr ähnliche, klare Masse bildet.

Das Gummi, eine der Cellulose, dem Traubenzucker, der Stärke und dem Dextrin isomere Substanz, hat die Eigenschaft, sich in kaltem Wasser völlig aufzulösen, in Weingeist dagegen völlig unauflöslich zu sein. Ja, gießt man Weingeist zu einer wässerigen Lösung von Gummi, so scheidet letzteres sich sogar aus der Auflösung ab und bildet einen flockigen Niederschlag in derselben. Durch dieses Verhalten unterscheidet sich Gummi sehr leicht von den Harzen, mit welchen man manche Gummiarten (Kirschgummi oder fälschlich „Kirschharz" und ebenso Pflaumengummi) im gewöhnlichen Leben wohl verwechselt. Es ist vorhin angegeben, daß man Stärke durch bloße Röstung in einen Zustand versetzen kann, in welchem dieselbe, wie Gummi, in kaltem Wasser löslich wird; man nennt dieselbe in diesem Zustande Stärkegummi oder Dextrin, welches ein wesentlicher Bestandtheil des Sago ist. Das Dextrin ist dem Gummi dennoch nicht vollkommen gleich, obwohl in dem chemischen Verhalten beider Substanzen kein Unterschied wahrgenommen werden kann. Läßt man aber durch eine wässerige Dextrinlösung einen polarisirten (d. h. von einem Spiegel in bestimmter Richtung zurückgeworfenen) Lichtstrahl hindurchfallen, so erleidet derselbe auf diesem Wege eine Ablenkung zur rechten Seite hin (daher der Name von dexter = rechts), während bei gleichem Versuche eine Gummilösung den Lichtstrahl zur linken ablenkt und somit den Namen Sinistrin (von links = sinister) verdienen würde. Das gleiche optische (d. h. das Licht betreffende) Verhalten theilt mit dem Dextrin übrigens im nämlichen Grade die Stärke und in ganz schwachem Grade auch der Rohrzucker, während der Trauben- oder Krümelzucker in dieser Beziehung mit dem Gummi übereinstimmt. Wir werden weiter unten Gelegenheit haben, einen höchst merkwürdigen Zusammen-

hang unter allen genannten Substanzen durch die Lebensthätigkeiten der Pflanzen vermittelt zu sehen.

Eine Oberhaut besitzt der Stock des Sagobaumes eigentlich gar nicht; denn derselbe ist so dicht mit Blättern und Wedeln besetzt, daß diese keinen Raum zwischen sich lassen.

Die eigentlichen Blätter bestehen aus einem parenchymatischen Gewebe sehr fester, holzartiger Zellen, von Prosenchymbündeln der Länge nach durchzogen. Sie haben auf der dem Stocke zugewandten Oberseite, mit deren unterem Theile sie einen kleinen Abschnitt der Rundung des Stockes umfassen, eine Hohlrinne, welche durch einen der Mitte nach verlaufenden hervorragenden Längskiel in ihrem oberen Theile deutlich in zwei seitliche Rinnen getheilt erscheint. Die Haare, welche die Oberhaut dieser Blätter dicht bekleiden, bestehen aus Zellen, welche, ohne irgend eine Verlängerung erlitten zu haben, doch deutlich eine spiralig verlaufende innere Verdickungsschicht der Zellenwandung zeigen. Freilich berühren sich die Windungen der Spiralleiste unter einander.

Der gleiche Filz, goldbraun von Farbe, bekleidet auch die Wedelstiele theilweise und füllt auf diese Weise die engen Zwischenräume zwischen den Blättern und Wedeln völlig aus, so daß der Stock unter einer vollkommen schützenden Decke verhüllt ist.

Die Wedel, so lange sie lebendig sind, von herrlich grüner Farbe, erreichen eine Länge von sechs Fuß. Sie haben eine stielartige Mittelrippe, welche an ihrem untersten Theile breit und dem unteren Theile eines ächten Blattes ähnlich, im Uebrigen aber fast ganz walzenrund, nur jederseits mit einer geringen kielartigen Kante versehen und in der halben Länge des Wedels etwa fingersdick ist. Die erwähnten Kanten, welche den Umfang des Stieles in zwei nicht ganz gleiche Hälften theilen, indem sie der oberen Seite des Wedels etwas mehr genähert sind, tragen Stacheln mit scharfen umgekrümmten Spitzen, ganz den Stacheln eines Rosenstrauches ähnlich. Sehr zahlreiche, jederseits bis dreißig, einfache, schmale, mehr als spannenlange Seitenlappen stehen an der Mittelrippe, wie die Bärtchen an einer Feder. Jeder derselben ist von einer besondern einfachen Seitenrippe gebildet, zu deren beiden Seiten eine saumartige Ausbreitung von lederartig festem Parenchym verläuft, welche am Grunde des Seitenlappens unmittelbar in die stachlige Kante der Mittelrippe des Wedels übergeht und sich von dieser nur durch beträchtlichere Breite unterscheidet. Die Entwicklung dieser Seitenlappen scheint ganz mit derjenigen der Seitenlappen der Farrenwedel (Seite 661) übereinzustimmen, indem man bei einem noch nicht ganz ausgebildeten Wedel deutlich erkennen kann, daß die Spitze desselben sich ungleich in einen ausgebreiteten Gabelast theilt, welcher als Seitenlappen zur Seite gedrängt wird, und in einen stielartigen Gabelast, welcher als Fortsetzung der Mittelrippe erscheint und sich demnächst sogleich wiederum theilt, aber nunmehr einen Seitenlappen nach der andern Seite abgibt.

Die Wedel entspringen in den Achseln der Blätter rings um den Gipfel des Sagobaumstockes. Da jedem Blatte entsprechend ein Prosenchymbündel des Stockes, anstatt sich in der Richtung des letztern zu verlängern, mit dem innerhalb des Blattes sich entwickelnden Prosenchyme in Verbindung tritt und somit zunächst über der Ursprungsstelle jedes Blattes ein von markigem Parenchym ausgefüllter Zwischen-

raum zwischen den Prosenchymbündeln, ein mit der Rindenschicht zunächst zusammenhangender „Markstrahl“ sich befindet, dessen Zellen die in dem Blatte assimilirten Nahrungsstoffe zunächst zu benutzen im Stande sind, so geht allemal von einem solchen Punkte die Entwicklung einer Seitenknospe aus, welche den Wedel erzeugt. Die Prosenchymbündel des Wedels fügen sich dann in die Fuge des Markstrahles ein und treiben durch ihre Entwicklung den Ring der Prosenchymbündel auseinander, indem sie sich zwischen die älteren Bündel hineinzwängen. Die fortsprossende Gipfelknospe des Stockes ist von dicht zusammenstehenden Blättern ganz verhüllt; zwischen diesen brechen zu Zeiten die jungen Wedel hervor, wobei dieselben ganz die Form junger Farrenwedel zeigen. Die Mittelrippe der Wedel zeigt auf dem Querschnitte eine mit dichter Oberhautzellenschicht überkleidete parenchymatische und durch Chlorophyll grün gefärbte Rindenschicht, innerhalb deren ein farbloser, dichter, holziger Ring von Prosenchymbündeln das sehr stark entwickelte, die Mitte des Ganzen einnehmende, farblose Markparenchym umgibt. Breite Markstrahlen verbinden das Mark mit dem Rindenparenchym. Die Prosenchymbündel haben diese regelmäßige, dem Umfange der Mittelrippe selbst parallele Anordnung jedoch nur im unteren Theile des Wedels; mehr gegen die Mitte und das Ende des letzteren erscheinen sie unregelmäßiger zerstreut in der minder unterscheidbaren Masse des Mark- und Rindenparenchyms. Die Holzzellen des Prosenchyms sind auch hier getüpfelt, ebenso wie die des Stockes. Selbst die Zellen des Parenchyms zeigen sich übrigens mit stark verdickten Zellenwandungen und zahlreichen Tüpfeln („Poren“) versehen, und bieten dabei die merkwürdige Erscheinung dar, daß diese unverdickt gebliebenen Tüpfelstellen an den Theilen des Umfangs, mit welchen die Zellen sich untereinander berühren, sehr klein, an solchen Theilen dagegen, welche Zwischenräume zwischen den Zellen, Interzellularräume, wie sie im Parenchym in großer Menge vorkommen, begrenzen, sehr groß sind. Die Oberhautzellen selbst sind mit Verdickungsschichten und einfach gebliebenen Tüpfelstellen selbst auf der der Luft zugewandten Außenwandung versehen. Alle diese Verhältnisse wiederholen sich nur mit den Modifikationen, welche die äußere Form schon selber andeutet, bei den Seitenlappen des Wedels. Ueberall ist die Oberhaut (Fig. 118, 5) mit einer den Oberhautzellen an Dicke gleichkommenden firnißartigen Aussonderungsschicht bedeckt. Den Zugang der Luft verstatten sehr zahlreiche Stomate (1), welche ganz außerordentlich denen der Marchantie (Seite 628) ähneln, indem sie, wie bei jenen, nicht von zweien oder vieren eigenthümlich geformten Zellen, sondern von einer im Kreise herumgestellten Gruppe kleinerer Zellchen umgeben sind. Diese Stomate stehen zunächst mit beträchtlichen Luftlücken, welche unmittelbar unterhalb derselben liegen, in Verbindung; außerdem aber mit sehr zahlreichen Interzellularräumen, welche das ganze Parenchym der Wedel, sowohl der Seitenlappen, als auch der Mittelrippe durchziehen. Die beträchtlichsten solcher Interzellularräume sind röhrenartig die ganze Länge der Wedel durchlaufende, ziemlich weite Lücken, welche stets mit reichlichen Mengen von Gummisaft erfüllt sind. Diese sogenannten Gummigänge (s. Fig. 118) werden überall unmittelbar von den Parenchymzellen, sowohl des Markes, als auch der Rinde, begrenzt, und es läßt sich kaum zweifeln, daß aus diesen letzteren der Saft durch Exosmose herausdringe, welcher sich in ihnen angesammelt findet. Die im Stocke des Baumes aufsteigenden Säfte verhalten sich,

so wie die überall in den Zellen des Markes zu Zeiten in so großer Menge angehäufte Stärke, gegen das Licht als Dextrine. Wenn aber diese Säfte bis in das Parenchym der Wedel sich verbreitet haben, so sammeln sie sich in den Interzellulargängen als „Sinistrine," wie wir das Gummi nennen dürfen, und fließen als solche wieder abwärts der Rinde zu, wo wir am Stocke dieselben Gummigänge bereits kennen lernten. Hier scheinen dieselben sich weiter zu verändern, indem sie, von Zelle zu Zelle sich mittheilend, theils die Wandungen derselben verdicken, theils die Bildung neuer Zellen begünstigen. Das Gummi in den Gummigängen des Sagobaumes ist übrigens, wie dieses bei sehr vielen Gummisäfte enthaltenden Pflanzen der Fall ist, keineswegs unvermischt und rein, sondern dasselbe ist begleitet von einer andern isomeren Substanz, dem Pflanzenschleime, welcher in Wasser zwar außerordentlich aufquillt, allein sich doch nicht völlig auflöst, und welcher somit gleichsam eine Zwischenstufe zwischen Stärke oder Cellulose und Gummi bildet. Auch wirkliche harzige Substanzen scheinen den Gummisäften des Sagobaumes beigemengt zu sein.

Die Bildung neuer Zellen geht, wie es scheint, vor sich auf der Grenze zwischen dem inneren Ringe von Prosenchymbündeln und dem Rindenparenchym, und zwar in der Weise, daß neue Prosenchymzellen sich an die Prosenchymbündel, neue Parenchymzellen sich an die parenchymatischen Markstrahlen anfügen. Jedoch ist dieser Vorgang einestheils bei den Sagobäumen noch wenig genau beobachtet, anderntheils entweder ganz unmerklich, oder doch sehr wenig regelmäßig. Wir werden bei den Fichten Erscheinungen kennen lernen, bei deren Betrachtung wir uns erinnern müssen, daß man auf Durchschnitten von jungen Sagobäumen (Fig. 118) mitunter den holzigen Ring der Prosenchymbündel verdoppelt antrifft, so daß eine schmale Grenze zarten Parenchymes den inneren Ring von dem äußeren scheidet, während später beide Ringe sich ganz unmittelbar zusammen berühren und endlich völlig vereinigen, eine Veränderung, welche sich erklären würde, wenn man annimmt, daß das sehr bildungsfähige Parenchym zwischen den inneren und den äußeren Prosenchymbündeln sich allmählig in Prosenchym verwandle.

Das Hervorbrechen der Wedel geht periodisch vor sich. Viele Blattachseln erzeugen durchaus keine solche, dagegen zu bestimmten Zeiten entspringen Wedel aus vielen Blattachseln einer bestimmten Spirale von Blättern sehr nahe unter der fortsprossenden Gipfelknospe zu gleicher Zeit. Es finden sich meistens drei solcher Kreise von Wedeln, von denen der äußerste, der weitesten Blätterspirale entsprechende, der zahlreichste ist, und etwa sechszehn Wedel enthält, während der zweite, engere Kreis aus etwa 10, der drittte innerste nur aus 8 Wedeln besteht. Alljährlich einmal fallen die Wedel ab, nämlich nach der Reife des Samens.

Der Regel nach wächst der Stock des Sagobaumes, da die Zweige desselben als Wedel die Natur von Blättern besitzen und mit begrenztem Wachsthume regelmäßig absterben, immer nur durch die Gipfelknospe fort, ganz wie der Stock der Baumfarren. Allein, wie bei diesen (Seite 671), kommt es auch mitunter vor, daß, anstatt einer Gipfelzelle, zwei solche den Stock fortsetzen und der letztere in Folge dessen dann gabelig getheilt erscheint. Ja, man will Beispiele von zweifacher Gabelung, sowohl regelmäßiger in vier Gabeläste, als auch unregelmäßiger in drei Gabeläste beobachtet haben.

Man unterscheidet beim Sagobaume (s. Fig. 117) männliche und weibliche Pflanzen, d. h. solche, welche keine Samen tragen (a) und andere, bei welchen sich Samen finden (b). Beide Geschlechter lassen außer diesem einen Unterschiede durchaus keine weiteren Verschiedenheiten wahrnehmen. Die ersteren tragen eine Art von Sporen, ganz ähnlich wie die Laubfarren, doch sind hier diese Sporen, ganz ähnlich wie die kleinzelligen Sporen der Zapfenmoose (Seite 653), nicht entwicklungsfähig, sondern dienen zur Befruchtung der zur Entwicklung von Samen bestimmten Keime der weiblichen Bäume. Man nennt die Sporen daher hier mit einem anderen Namen Blüthenstaub- oder Pollenzellen.

Die Gipfelknospe der männlichen Bäume entwickelt sich zu gewissen Zeiten in einem ungewöhnlichen Grade, während die Blätter, welche an derselben in großer Menge in dicht gedrängten Spiralen stehen, eine etwas eigenthümliche Form annehmen. Die ganze Endknospe gleicht dann einem Tannenzapfen in kolossalem Maßstabe (Fig. 119, 1), einen Fuß lang, fünf Zolle dick, oben und unten etwas zugerundet, äußerlich ganz dicht mit goldbraunem Haarfilze bedeckt. Die Axe des Zapfens ist die Verlängerung des Stockes selbst; sie ist sehr dick und aus saftigem Zellgewebe gebildet („fleischig"). Die braunen Blätter bilden die Schuppen dieses Zapfens und liegen so dicht zusammengedrängt, daß sie sich untereinander flach vierseitig abplatten. Der Querschnitt eines solchen Blattes ist rautenförmig. Das frei herausragende Ende des Blattes verdickt sich zu einer Art von Schild, mit einer aufwärts gebogenen, weichen Spitze. Es muß uns diese ganze Bildung in hohem Grade an den Fruchtzapfen der Zapfenfarren, der Schafthalme (Seite 690) erinnern. Noch größer aber wird die Aehnlichkeit durch die Entwicklung der Sporangien oder, wie wir sie hier nennen müssen, der Pollenbehälter. Auf der Unterseite der Zapfenblätter (Fig 119, 2) bilden sich warzenförmige Zellenhäufchen in großer Zahl, und innerhalb eines jeden Zellenhäufchens wird eine Zelle vorherrschend ausgebildet und erzeugt in sich vier Tochterzellen, welche abermals in sich Tochterzellen entstehen lassen, selber aber, wie die Mutterzelle aufgelöst werden. So wird jedes der warzenartigen Zellenhäufchen in ein zelliges Kapselchen (Fig. 119, 3) verwandelt, innerhalb dessen eine große Menge von Zellen frei ausgebildet liegt. Sobald die letzteren Zellen, welche die Pollenzellen sind, sich ganz entwickelt haben, und die Blätter des Zapfens abzusterben beginnen, so entstehen Zwischenräume zwischen den letzteren durch die Zusammentrocknung der zuvor so saftreichen Organe,

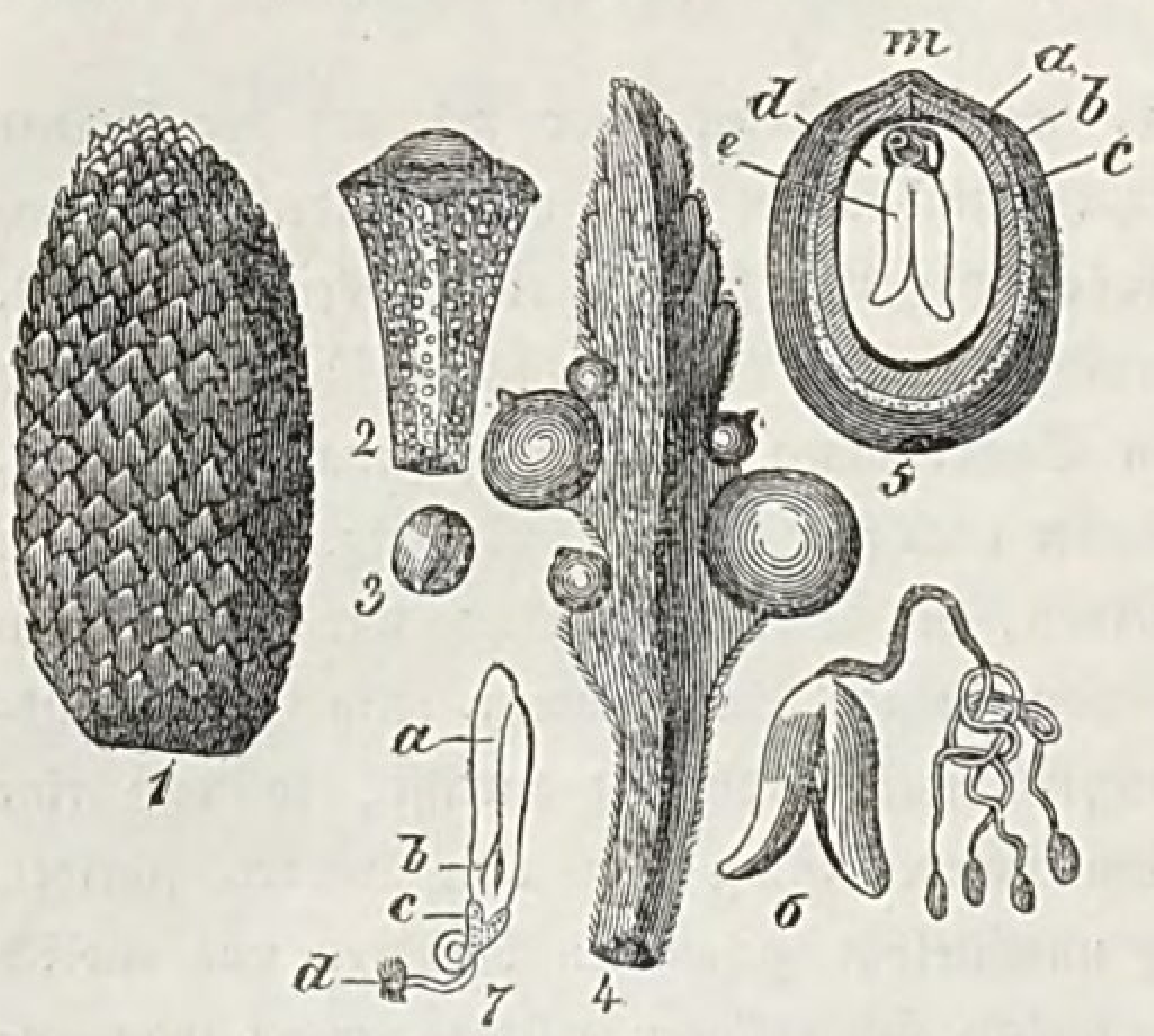


Fig. 119. Die Fortpflanzungsorgane der Sagobäume.*

* 1 Der männliche Zapfen, $^1/_{10}$ d. nat. Gr. — 2 Ein Blatt des Zapfens von der Unterseite, um die Staubkapselchen zu zeigen. — 3 Ein aufgeplatztes Staubkapselchen, vergrößert. — 4 Der fruchtbare weibliche Wedel (Samenträger) mit Samen in verschiedenem Grade der Ausbildung. — 5 Der reife Same senkrecht durchschnitten, $^1/_2$ d. nat. Gr.; *m* Mikropyle; *a* Fleischschicht der äußeren Samenhülle; *b* Steinschicht derselben; *c* schwammige innere Hülle; *d* Endosperm; *e* Embryo. — 6 Der Embryo nebst dem Vorkeimfaden und vier andern unentwickelten Embryonen; man sieht zwischen den beiden Cotyledonen die Knospe zu einem neuen Blatte — 7 Der Embryo des südafrikanischen Sagobaumes (**Zamia**), senkrecht angeschnitten; *a* Cotyledonen; *b* Keimknospe; *c* der scheidenartig den Embryo umfassende Theil des Vorkeims; der umfaßte Theil des Embryo ist der Anfang eines Wurzelchens; *d* ein Rest des Endosperms, mit welchem bei dieser Pflanze der Vorkeimsfaden zusammengewachsen ist.

und die aus sehr dickwandigen getüpfelten Zellen bestehenden Kapselchen springen, in zwei Hälften zerreißend, auf, so daß die Pollenzellen herausfallen. Ein Windhauch entführt um diese Zeit ganze Wolken dieses äußerst zarten, aus den Pollenzellen bestehenden, Blüthenstaubes. Die Zellen sind ganz wie die Sporen der Moose und Farren gebildet und verrathen durch einen starken, nicht eben angenehmen Duft einen Inhalt eigenthümlicher, nicht genauer bekannter, Substanzen, theilweise ätherischer (flüchtiger) Oele. Nach der Verschüttung des Staubes fallen die alten Wedel unterhalb des Zapfens ab, und später bricht aus der Mitte des letzteren die sich weiter entwickelnde Gipfelknospe hervor und erzeugt neue Kreise von Wedeln.

Der Same der weiblichen Bäume entwickelt sich an eigenthümlich gestalteten Wedeln, welche dicht behaart und, wenigstens bei der Reife, braungefärbt sind. Diese fruchtbaren Wedel brechen aus den Achseln der Blätter hervor, welche innerhalb der Kreise der unfruchtbaren Wedel zunächst die Gipfelknospe umhüllen. Sie sind nur etwa 1½ bis 2 Fuß lang, ganz einfach, an ihrem Grunde dreikantig, in der Mitte und am Ende ein wenig zungenförmig ausgebreitet und am Rande mit abgerundeten Vorragungen, gleichsam unausgebildet gebliebenen Ansätzen zu Seitenlappen, versehen. In den Einschnitten zwischen den so eben angedeuteten Vorragungen am Rande dieser Wedel bilden sich kleine Knospen, die Samenknospen.

Die Samenknospe * bildet sich, ganz wie eine Achselknospe, die sich zu einem Zweige entwickeln will, aus einer einzigen Zelle, welche durch Theilung ein warzenförmiges Zellenhäufchen darstellt. Kurz nach der Entstehung dieses Zellenhäufchens erheben sich rings um den Grund (Knospengrund) desselben alle Zellen gleichzeitig, wie wenn jede derselben ein Blatt erzeugen wollte; wirklich vermehren sich die betreffenden Zellen und bilden, ähnlich wie die sich gleichzeitig entwickelnden und daher mit ihren Rändern vereinigten Blätter der Schafthalme, eine scheidenartige Decke, welche das Zellenhäufchen, den sogenannten Knospenkern der Samenknospe, ganz umhüllt und nur am Gipfel eine kleine Oeffnung, den Knospenmund oder die Mikropyle übrig läßt. Dabei dehnt sich der Knospenkern durch Vermehrung seiner Zellen aus, so daß die Knospendecke nur durch die seitliche Vermehrung der Zellen, aus welchen sie besteht, die nöthige Weite behauptet, um den wachsenden Knospenkern in sich fassen zu können. Um den Knospenmund erhebt sich der Rand derselben in Form einer kleinen engen Röhre. Zu gleicher Zeit aber hat sich um den Grund der ersten Decke schon eine zweite in ähnlicher Weise erhoben und ahmt alle von jener durchlaufenen Entwicklungsfortschritte unmittelbar nach, so daß auch sie endlich an der röhrenförmigen Verlängerung der Mikropyle Theil nimmt. Diese äußere Decke entwickelt sich vom ersten Anfange an als eine dickere Parenchymmasse, als die innere (Fig. 120). Noch bevor die Zeit kommt, zu welcher die Verschüttung des Pollenstaubes aus dem Zapfen des männlichen Sagobaumes erfolgt, hat der Knospenkern, wel-

* Die folgende Entwicklung der Samenknospe zum Samen ist bei den Cykadeen selbst zwar bislang nicht beobachtend verfolgt worden; indeß gestattet die Beschaffenheit des Samens und seiner einzelnen Theile die bestimmte Vermuthung, daß die Vorgänge dieser Entwicklung ganz ähnlich stattfinden werden, wie bei den Fichtensamen, nach deren Entwicklungsgeschichte hier die der Cykadeen vermuthungsweise ergänzt worden ist.

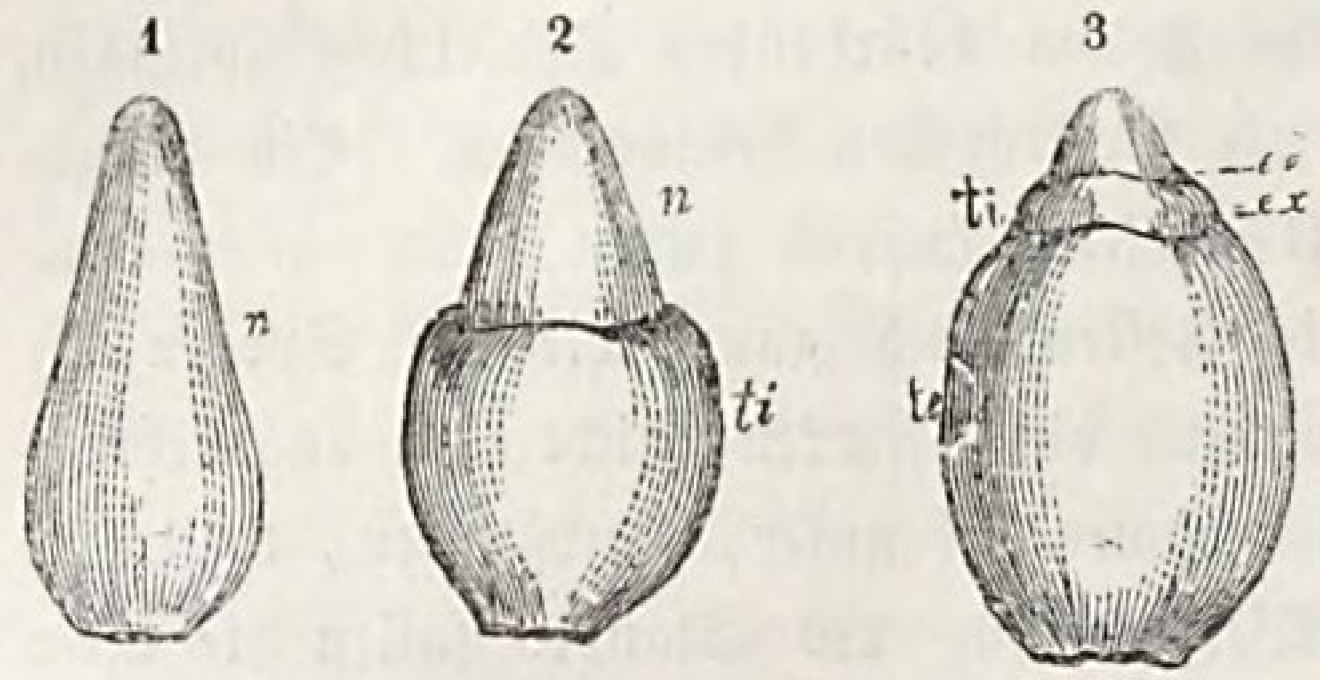


Fig. 120. Die Samenknospe von **Polygonum cymosum**. *

* Um die Bildung der Samenknospenhüllen zu erläutern, bedienen wir uns eines Beispiels von einer einheimischen Pflanze, bei welcher der Vorgang sehr ähnlich ist. — Bei 1 ist die Samenknospe allein sehr vergrößert dargestellt; bei 2 ist die erste Hülle zur Hälfte ausgebildet; bei 3 ist die erste fast bis zum Gipfel der Knospe emporgewachsen und die zweite bereits nachgefolgt. — *n* Samenknospe; *ti* innere Hülle; *te* äußere Hülle; *ed* Mündungsrand der ersteren; *ex* Mündungsrand der letzteren.

cher ganz aus feinzelligem Parenchym besteht, eine neue Veränderung erlitten, welche jedoch äußerlich nicht wahrnehmbar ist, sondern sich nur auf einem Durchschnitte bei mikroskopischer Untersuchung zeigt. Es ist nämlich eine der Zellen desselben auffallend erweitert worden; man nennt dieselbe nunmehr das *Keimsäckchen*. Dieses enthält eine trübe Flüssigkeit, welche sich bald als ein Cytoblastem ausweist; denn sie zeigt dichtere Körperchen in der Flüssigkeit, Cytoblasten, um welche sich viele zarte Zellen bilden, die zuerst nur die Wand des Keimsäckchens, an welche sie sich anhängen, gleichsam auskleiden, endlich aber das Keimsäckchen als ein dichtgedrängtes Parenchym gänzlich erfüllen. Innerhalb dieses Parenchyms, welches *Endosperm* genannt wird, zeichnen sich bald wieder einige Zellen, die sogenannten *Korpuskula* (Einzahl Korpuskulum), durch beträchtlichere Größe aus.

Die ganze Samenknospe besteht also nun von außen nach innen aus 1) der *äußeren Knospendecke*; 2) der *inneren Knospendecke*, beide auf dem Gipfel der Samenknospe die röhrenförmige Mikropyle bildend; 3) dem *Knospenkerne*; 4) dem darin befindlichen *Keimsäckchen*, mit dem *Endosperm* erfüllt und 5) dem im Endosperm eingebetteten *Korpuskulum* (zwar sind deren mehrere vorhanden, doch wird nur *eins* weiter entwickelt).

Die mit Samenknospen besetzten fruchtbaren Wedel stehen um diese Zeit noch gegen den Gipfel des Stockes zusammengeneigt, so daß sie auch eine zapfenähnliche Gruppe bilden. Wo nur weibliche Sagobäume wachsen, da werden die Samenknospen nie zu wirklichem Samen ausgebildet, sondern sie sterben unentwickelt mit den Wedeln, auf welchen sie standen, wieder ab. Wo aber männliche, Pollenstaub erzeugende Bäume in der Nähe sich befinden, da entwickeln sich die Samenknospen. Schon hieraus läßt sich vermuthen, daß eine Einwirkung des Pollen auf die Samenknospen stattfinden müsse. Es ist dieses ganz derselbe bestimmte Grund zur Vermuthung einer Einwirkung des Inhaltes der Antheridien bei den Moosen auf die Sporangien dieser Gewächse, welchen man daraus ableiten muß, daß diejenigen Moose, bei welchen gewisse („männliche") Pflanzen nur Antheridien, gewisse andere („weibliche") nur Sporangien tragen, da, wo zwischen den weiblichen durchaus keine männliche Pflanzen vorkommen, niemals ihre Sporangien bis zur Erzeugung reifen Samens entwickeln. Bei den Sagobäumen ist nun freilich die Einwirkung des Pollen auf die Samenknospe unmittelbar nachzuweisen.

Die Zahl der Pollenzellchen, welche aus dem Zapfen eines einzigen männlichen Baumes verschüttet werden, ist außerordentlich groß. Es kann nicht fehlen, daß dieselben, da sie als der feinste Staub die ganze Luft umher erfüllen, auch in Menge auf die fruchtbaren Wedel der weiblichen Bäume gelangen. Insbesondere gerathen dieselben auch auf die Mikropyle der meisten Samenknospen, und hier geht nun mit denselben eine wichtige Veränderung vor sich, welche große Aehnlichkeit

zeigt mit den ersten Erscheinungen der Keimung der Sporen von Moosen und Farren, und welche ohne Zweifel (da man durch dasselbe Mittel sie künstlich hervorrufen kann) bewirkt wird durch die Einwirkung von Feuchtigkeit, von welcher eine äußerst geringe Menge, die in der Mündung der Mikropyle kaum fehlen kann, zu diesem Erfolge hinreicht. Es schwillt nämlich die Pollenzelle auf und, während die äußere Aussonderungsschicht und die Zellenwandung zerreißt, dringt die innere Zellenhaut schlauchförmig ausgedehnt heraus (Fig. 121). Diese innere Zellenhaut ist äußerst zart und dehnbar; so groß die Begier, mit welcher der an aufgelösten Substanzen sehr reiche Zellensaft vermittelst der Endosmose Feuchtigkeit in sich aufnimmt und sich dadurch vermehrt, eben so groß ist die Nachgiebigkeit, mit welcher der Schlauch jener Haut, der sogenannte Pollen-

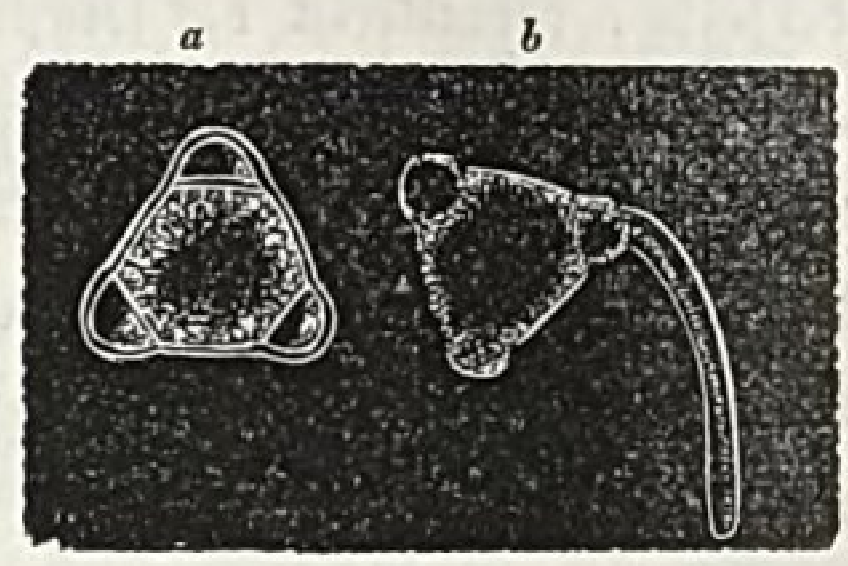


Fig. 121. Die Bildung des Pollenschlauches. *

* Um ein Beispiel von der Bildung des Pollenschlauches zu geben, benutzen wir die Abbildung des Blüthenstaubes der gemeinen Nachtkerze (Oenothera biennis). — *a* Eine im Wasser aufgeschwollene Blüthenstaub- oder Pollenzelle, bei dieser Pflanze von tetraedrischer Form, stark vergrößert; *b* dieselbe mit einem hervorgequollenen Pollenschlauche.

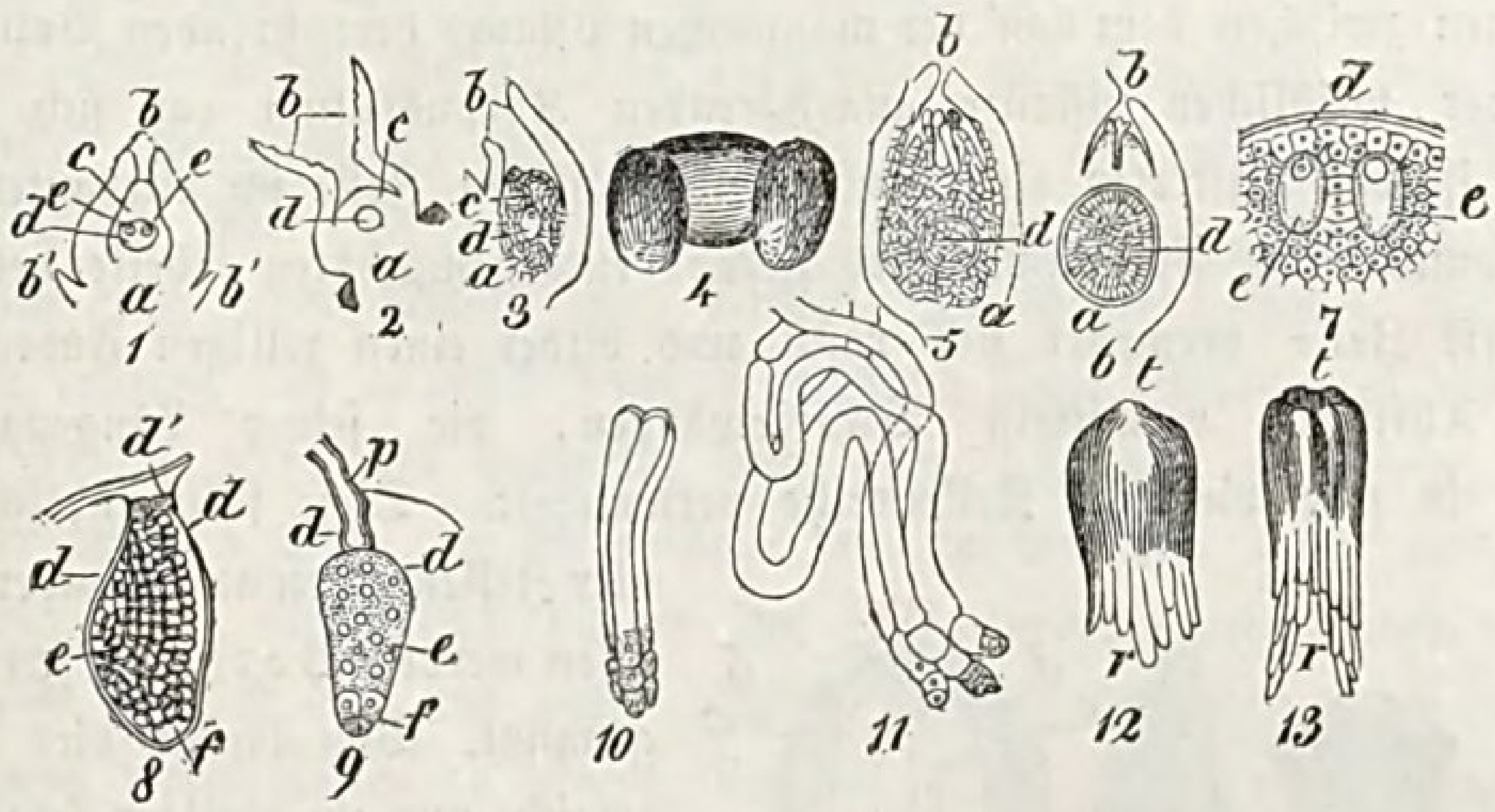


Fig. 121, *a*. Die Befruchtung und Samenbildung. *

* Zur Versinnlichung dieses Vorganges bedienen wir uns der Darstellung der ganz entsprechenden Befruchtung einer Samenknospe der Coniferen.

1 Die Samenknospe des Eibenbaumes (Taxus baccata) senkrecht durchschnitten, vergrößert. — 2 Die Samenknospe der gemeinen Tanne (Pinus abies) ebenso. — 3 Die Samenknospe der österreichischen Föhre (Pinus austriaca), senkrechter Durchschnitt, beim Beginne der Blüthezeit, Anfang des Juni, nach einer 150fachen Vergrößerung sechsfach verkleinert gezeichnet. — 4 Ein Pollenkorperchen der gemeinen Föhre (Pinus sylvestris), 200fach vergrößert. — 5 Die Samenknospe der Strandkiefer (Pinus maritima) senkrecht durchschnitten, im Anfange des Januar des zweiten Jahres, wo das Keimsäckchen sich mit einem vorläufigen Endosperm *d* gefüllt hat, und zwei Pollenschläuche, in den Gipfel der Samenknospe eingedrungen, sichtbar sind. Die Pollenkörper liegen deutlich unter der Mikropyle. Die Figur ist nach einer 300fachen Vergrößerung neunfach verkleinert gezeichnet. — 6 Die Samenknospe der gemeinen Föhre (P. sylvestris) senkrecht durchschnitten, 20. Mai des zweiten Jahres, wo der Pollenschlauch noch im Gipfel der Samenknospe steckt, das Keimsäckchen aber zum zweitenmale mit Zellgewebe, dem eigentlichen Endosperm, gefüllt ist. Die Figur ist nach 50facher Vergrößerung fünfmal verkleinert gezeichnet. — 7 Längsschnitt durch den oberen Theil des Endosperms, Ende Mai des zweiten Jahres, wo sich zwei neugebildete Korpuskula (*e*, *e*) mit ihren Cytoblasten zeigen, welche selber als Zellenbläschen erscheinen. Die Figur ist nach einer 150fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 8 Längsschnitt durch ein Korpuskulum, welches zur Befruchtung bereit ist, am 9. Juni des zweiten Jahres; es ist ganz mit einem Brei von Zellen gefüllt, unten zeigt sich die größere Keimzelle *f*. Die Figur ist nach einer 300fachen Vergrößerung vierfach verkleinert gezeichnet. — 9 Längsschnitt durch den oberen Theil des Endosperms und ein Korpuskulum, welches durch den bis zu ihm gelangten Pollenschlauch *p* vor Kurzem befruchtet ist; aus dem Keimbläschen ist ein achtzelliger Vorkeim geworden; am 18. Juni des zweiten Jahres. Die Figur ist nach einer 120fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 10 Der Vorkeim aus dem Korpuskulum der Weymouthskiefer (Pinus strobus), Ende Juni des zweiten Jahres, wo derselbe gerade im Begriffe ist, in vier Vorkeime zu zerfallen. Die Figur ist nach einer 100fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 11 Die nämlichen vier Vorkeime am letzten Juni, wo dieselben bereits von einander gesondert sind; der obere Theil ist nicht vollständig gezeichnet. Die Figur ist nach einer 100fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 12 Der Embryo der Balsamtanne (Abies balsamea) kurz vor der Zeit der Samenreife, mit dem Gipfel nach oben gezeichnet und unten vom Vorkeime befreit. — 13 Derselbe kurz vor der Samenreife, wo um den Gipfel die Cotyledonen anfangen sichtbar zu werden.

In allen obigen Figuren ist das Zellgewebe nur in einzelnen Theilen specieller angedeutet; die Buchstaben bezeichnen bei allen: *a* den Grund oder Anheftungspunkt der Knospe; *b* die Ränder der einzigen Samenhülle und die Mikropyle; *b'* die Anlage zur äußeren Samenhülle des Eibenbaumes; *c* Kern der Samenknospe oder die eigentliche Knospe; *d* das Keimsäckchen und Endosperm; *e* Korpuskula; *f* die Keimzelle im Korpuskulum und die ersten Zellen des Vorkeims, *p* Pollenschlauch; *r* Zellen des Embryo, welche später die Wurzel erzeugen; *t* Gipfel des Embryo.

schlauch, sich verlängert. Wie es scheint, folgt derselbe der Feuchtigkeit; er dringt immer tiefer in die Mikropyle ein, gelangt zum Knospenkerne, zwischen dessen Parenchym derselbe, vermittelst der feinsten Interzellularräume, einen Weg in das Endosperm des Keimsäckchens findet, wo er endlich (Fig. 121, a) sogar bis zu einem Korpuskulum vordringt. Mittlerweile hat sich in dem Inhalte des Pollenschlauches, und zwar gerade an dem äußersten Ende desselben, eine Menge äußerst kleiner Zellen gebildet. Die Vermuthung könnte nahe liegen, daß innerhalb dieser Zellen sich spiralige Spermazellen bilden möchten, wie bei den ganz ähnlichen Antheridienzellen innerhalb der Antheridienschläuche des Pillenfarren (Seite 657). Allein trotz der ausdrücklich auf eine solche Entdeckung gerichteten sorgfältigsten Untersuchungen (welche zwar nicht unmittelbar bei den Sagobäumen, aber doch bei den ganz nahe verwandten und einen Rückschluß auf die ersteren wohl gestattenden Coniferen gemacht worden sind) ist von solchen nie eine Spur zu entdecken gewesen. Auch innerhalb des Korpuskulum schwimmen viele äußerst kleine Zellen. Sobald der Pollenschlauch bis zum Korpuskulum vorgedrungen ist, so hält derselbe an. Es scheint eine Art von Copulation oder ein Austausch der Inhaltssubstanzen zwischen dem von der männlichen Pflanze herrührenden Pollenschlauche und dem der weiblichen Pflanze angehörenden Korpuskulum vor sich zu gehen. Der Erfolg ist das Auftreten einer auffallend kräftigen Zelle im alleruntersten, dem Berührungspunkte des Pollenschlauches gerade entgegengesetzten Theile des Korpuskulum. Diese Zelle vermehrt sich rasch und bildet einen zelligen Faden, welcher sich durch Theilung vermittelst Scheidewänden, die seiner Längenausdehnung entsprechen, in eine vierfache Zellenreihe verwandelt. Diese fällt endlich sogar zu vier Zellenreihen auseinander. Die letzteren werden Vorkeim (proembryo) genannt. Von diesen vier Vorkeimen erreicht nur ein einziger seine vollkommene Ausbildung zu einem Keimlinge (embryo). Das untere Ende des Vorkeimes verwandelt sich durch eine lebhafte Zellenvermehrung in ein Häufchen von parenchymatischem Zellgewebe; aus diesem erheben sich zwei hervorragende Buckeln, die ersten Anlagen zu den ersten Blättern einer neuen Pflanze. Wenn diese Anlagen ihre Ausbildung erlangt haben, so erscheinen sie als zwei dicke, gegen einander abgeplattete Lappen von Parenchym und heißen Samenlappen oder Cotyledonen. Zwischen den beiden Cotyledonen erhebt sich eine dritte Masse von Zellgewebe und bildet ein Knöspchen, welches äußerst klein bleibt und zwischen den beiden Cotyledonen ganz verborgen liegt. Der fadenförmige Vor-

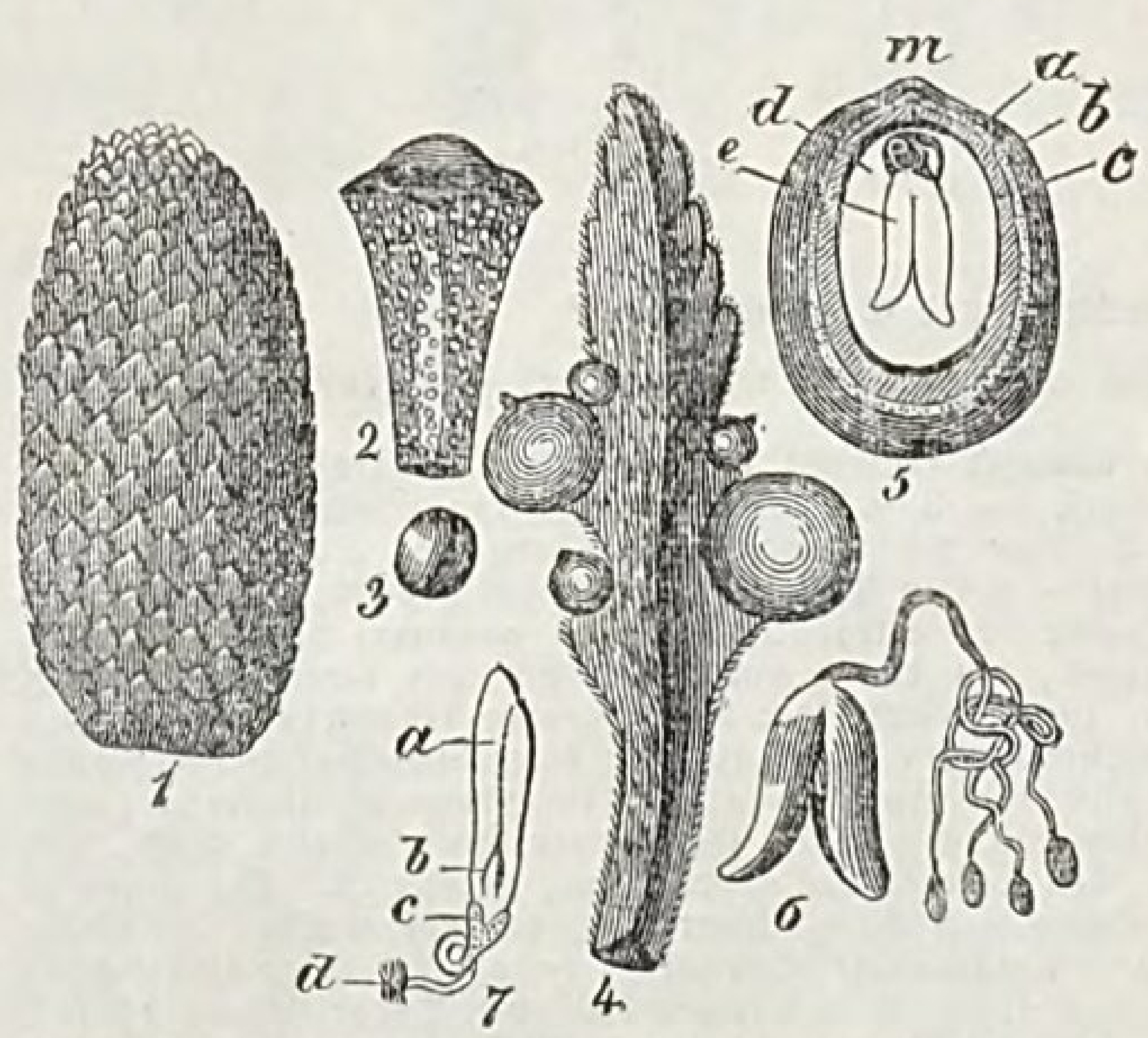


Fig. 122. Die Fortpflanzungsorgane der Sagobäume.*

* 1 Der männliche Zapfen, $1/_{10}$ d. nat. Gr. — 2 Ein Blatt des Zapfens von der Unterseite, um die Staubkapselchen zu zeigen. — 3 Ein aufgeplatztes Staubkapselchen, vergrößert. — 4 Der fruchtbare weibliche Wedel (Samenträger) mit Samen in verschiedenem Grade der Ausbildung. — 5 Der reife Same senkrecht durchschnitten, $1/_2$ d. nat. Gr.; *m* Mikropyle; *a* Fleischschicht der äußeren Samenhülle; *b* Steinschicht derselben; *c* schwammige innere Hülle; *d* Endosperm; *e* Embryo. — 6 Der Embryo nebst dem Vorkeimfaden und vier andern unentwickelten Embryonen; man sieht zwischen den beiden Cotyledonen die Knospe zu einem neuen Blatte — 7 Der Embryo des südafrikanischen Sagobaumes (**Zamia**), senkrecht angeschnitten; *a* Cotyledonen; *b* Keimknospe; *c* der scheidenartig den Embryo umfassende Theil des Vorkeims; der umfaßte Theil des Embryo ist der Anfang eines Würzelchens; *d* ein Rest des Endosperms, mit welchem bei dieser Pflanze der Vorkeimsfaden zusammengewachsen ist.

keim stirbt nicht allein keineswegs ab, sondern erlangt sogar noch eine weitere Entwicklung. Bei der Vollendung des Embryo (Fig. 122) erscheint er als ein mehrfach umgerollter parenchymatischer Faden. Die anderen Vorkeime haben, wie schon erwähnt, nicht völlig die Ausbildung zu Embryonen erreicht, sondern sind auf halber Entwicklungsstufe stehen geblieben. Sie zeigen sich als Fäden, welche mit dem Faden des ausgebildeten Embryo zusammengeknäuelt sind, und deren jeder mit einem eiförmigen Knöpfchen von Parenchym, einem halb entwickelten Embryo, endigt.

Während dieser Entwicklung des Embryo hat sich nicht allein der Raum des Korpuskulum bedeutend erweitern müssen, sondern es sind mit den verschiedenen Theilen der Samenknospe mancherlei andere Veränderungen vor sich gegangen (Fig. 122). Das Endosperm hat sich durch lebhafte Zellenvermehrung so sehr ausgedehnt, daß es eine beträchtliche eiförmige Masse von nußkernartiger Beschaffenheit und weißer Farbe geworden ist. In den Zellen desselben ist eine reichliche Menge assimilirter Substanzen angehäuft. Das Parenchym des Samenknospenkernes ist in dem Maße, wie das Endosperm sich ausdehnte, immer mehr zusammengeschrumpft und im reifen Samen gar nicht mehr aufzufinden. Die innere Samenhülle ist zu einer beträchtlichen Schicht parenchymatischen Zellgewebes ausgebildet und schließlich durch Austrocknung des Zellsaftes schwammartig geworden. Die äußere Samenhülle, welche bei ihrem ersten Auftreten schon ein entwickelteres Parenchym zeigte, hat in ihrer inneren Schicht eine ganz andere Umänderung erlitten, als in der äußeren. Die sehr kleinen Zellen der ersteren sind nämlich durch Verdickung ihrer Wandungen und dichte Zusammendrängung mehr als holzartig hart oder „steinig" geworden, während die Zellen der äußeren Seite im Gegentheile sehr zartwandig, locker und saftreich geworden sind. Ja, dieser letztere Theil des Zellgewebes, welcher vor völliger Reife des Samens ziemlich hart und dicht erschien, ist nach derselben durch Auflösung und Verflüssigung vieler Zellen zu einem eben so zarten „Fleische" geworden, wie dasjenige unserer reifen Kirschen ist. Eine festere Oberhautzellenschicht bildet die äußerste glatte Decke. Der reife Same hat die Größe einer Wallnuß, oder Pflaume, und wird gegessen. Die saftige, vielen Zucker enthaltende Fleischschicht der äußern Samenhülle läßt sich völlig von der inneren hartholzigen Steinschicht ablösen. Auf dem Gipfel bleibt immer noch als eine kleine punktförmige Spitze die, bei der starken Ausbildung der Samenhüllen ganz zugewachsene, Mikropyle erkennbar. Der aus dem Endosperm bestehende und den Embryo, nebst den ihm anhangenden verkümmerten Vierlingsbrüdern umschließende, bei völliger Reife und nach gänzlichem Vergang des Knospenkernparenchyms innerhalb der Samenhüllen ganz frei bewegliche „Kern" ist ebenfalls genießbar, aber von einem bittern, nur durch mehrfaches Auswässern entfernbaren Geschmacke.

Die fruchtbaren Wedel richten sich, während die Samen reifen, allmählig auf und neigen sich von dem Gipfel des Sagobaumstockes auswärts, wie die unfruchtbaren Wedel. Durch ihre Schwere hangen sie dann zwischen den Stielen der letzteren herab und fallen endlich herunter. Die Samen trennen sich von ihnen los. Der ganze Vorgang der Entwicklung der Samenknospen bis zu ihrer völligen Reife dauert zwei Jahre. Sobald die fruchtbaren Wedel bei der Reife sich auseinander neigen, erscheint zwischen denselben die fortsprossende, mit Blättern umschlossene Gipfelknospe, aus welcher demnächst zuerst neue unfruchtbare Wedel hervorbrechen.

*

Der Same entwickelt sich auf dem Erdboden unter dem Einflusse der Feuchtigkeit. Die Fleischschicht der äußeren Hülle verfault und bietet durch ihre Fäulniß dem Embryo Nahrung dar. Die Steinschicht erweicht sich und wird durch den anschwellenden Embryo auseinander gedrängt. Derjenige Theil des Embryo, welcher der Spitze des Samens, der Mikropyle, zugekehrt liegt, ist, ganz der Richtung des Mutterwedels und des ganzen Baumes entgegengesetzt, als der untere zu betrachten. Der Vorkeimfaden löst sich nebst einigen Zellen, welche mit ihm zunächst zusammenhangen und den Embryo an seinem Grunde mit einer kurzen Scheide umgeben, von dem letzteren ab, während dieser sich zur Wurzel verlängert, die, von den Samenhüllen sich befreiend, den Boden sucht. Zwischen den beiden auseinander gedrängten Cotyledonen entwickelt sich eine Gipfelknospe mit Blättern, aus welcher bald die ersten Wedel hervorbrechen. Das Wachsthum der neuen Pflanze schreitet sehr langsam vor. Nach sechs Jahren beginnt der junge Baum, welcher übrigens dann noch sehr kurz ist, zuerst Staubzapfen oder Samenwedel zu tragen, oder, wie man sich auszudrücken pflegt, zu blühen.

Wenn ein Sagobaum, um das Sagomark zu gewinnen, umgehauen wird, so pflegen die Bewohner der Gegenden, in welchen derselbe wächst, die Gipfelknospe abzuschneiden und dieselbe auf den Boden zu setzen, wo sie Wurzeln schlägt und fortwächst. Auch behauptet man, daß einzelne Wedel, in die Erde gepflanzt, sich zu einem Baume entwickeln, ohne daß jedoch die Art und Weise, wie dieses geschieht, angegeben wäre. Wenn der Stock seiner Gipfelknospe beraubt wird, so geschieht es nicht selten, daß an der verwundeten Stelle deren mehrere entstehen. Ebenso können unter Umständen unterhalb des Gipfels, wenn die entwicklungsfähigen Zellen des Rindenparenchyms durch Hinwegnahme der Blätter und Wedelüberreste bloßgelegt werden, Seitenknospen sich entwickeln (Fig. 123).

Die Beschreibung des gemeinen Sagobaumes ist im Allgemeinen anwendbar auf alle Pflanzen, welche man mit dem gemeinsamen botanischen Geschlechtsnamen Cycas belegt hat, und welche die Mehrzahl der höchst eigenthümlichen Klasse der Cykadeen ausmachen. Im Ganzen kennt man noch nicht dreißig verschiedene Gat-



Fig. 123. Der chinesische Sagobaum (**Cycas revoluta**), welcher in einem Treibhause zu Dropmore (England) nach Hinwegnahme der unteren Blätter und Wedelüberreste aus vielen Punkten Adventivknospen hervortrieb. 1/8 d. nat. Gr.



Fig. 124. Die stechende Zamie (**Zamia pungens**) mit ihrem Samenträgerzapfen. 1/30 d. nat. Gr.

tungen von Cykadeen, von denen einige besondere Geschlechter bilden, unter welchen nur das Geschlecht Zamia noch besonderer Erwähnung verdient. Bei den Zamien (Fig. 124) stehen die Samenträger an der Gipfelknospe der weiblichen Pflanzen in einem mächtigen Zapfen, welcher dem männlichen Staubzapfen in hohem Grade ähnlich ist. Dieselben sind hier in noch höherem Grade von den unfruchtbaren Wedeln abweichend gestaltet, als bei den Cycasgattungen, nämlich noch kürzer, breit zungenförmig und mit gänzlich einfachem Rande, so daß sie wie Schuppen erscheinen. Jede solche Schuppe trägt an ihrem Grunde zwei Samenknospen, ganz wie dieses bei den Zapfen unserer Tannen und Fichten der Fall ist. — Alle Pflanzen dieser Klasse sind mehr oder weniger reich an Sago und an Gummischleim; alle haben die nämlichen Verhältnisse der Vegetation, alle fast ganz das gleiche Aussehen, mit sehr geringen Abweichungen.

In der gegenwärtigen Periode sind Cykadeen nur wenig zahlreich und noch weniger verbreitet. Sie theilen diese Verhältnisse ganz mit den Baumfarren. In Europa fehlen sie ganz; in Amerika sind nur in den wärmeren Gegenden einige Zamien entdeckt worden, welche sich durch die Eigenthümlichkeit auszeichnen, daß zwischen den Prosenchymzellen ihrer Prosenchymbündel einzelne wirkliche Gefäße und zwar gestreifte „Treppengefäße" vorkommen. Im südlichen Afrika, im südlichen und östlichen Asien und in Australien, besonders auf Inseln, sind die übrigen Gattungen einheimisch, welche man kennt. Einige derselben sind übrigens in ihrem Vaterlande sehr zahlreich verbreitet. Bei uns zieht man manche derselben in den Gewächshäusern, und sie bringen, wenn sie vor der Winterkälte geschützt werden, mitunter auch hier Samen hervor.

In den Erdschichten früherer Formationen finden sich Ueberreste von Cykadeen, welche von hohem Interesse sind, sowohl durch die Verbreitung als durch die Zeit ihres Vorkommens. Schon aus der Steinkohlenperiode sollen einzelne Spuren von Cykadeen in den Bodenschichten Böhmens erhalten geblieben sein. In allen sekundären Formationen haben Bäume dieser Klasse eine nicht geringe Wichtigkeit besessen. In den Triasablagerungen trifft man unter andern Wedel, welche zum Geschlechte Pterophyllum (Fig. 125) gerechnet werden. Keine Periode scheint an Cykadeen reicher gewesen zu sein, als die der Oolithformation (Seite 64). Nicht nur findet man in dieser mancherlei sehr wohl erkennbare Wedel (Fig. 126 und 127), sondern auch junge Stöcke (Fig. 128) nicht selten

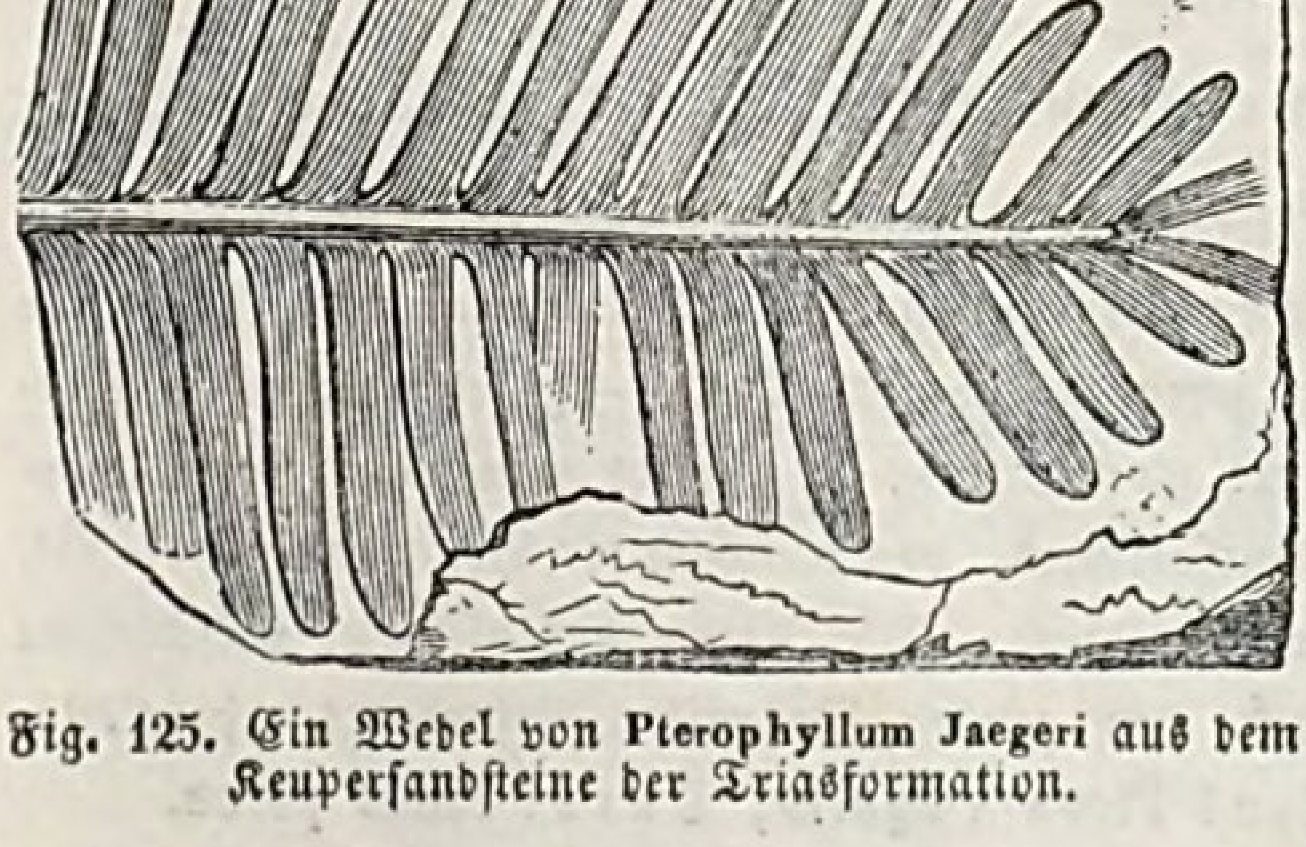


Fig. 125. Ein Wedel von Pterophyllum Jaegeri aus dem Keupersandsteine der Triasformation.

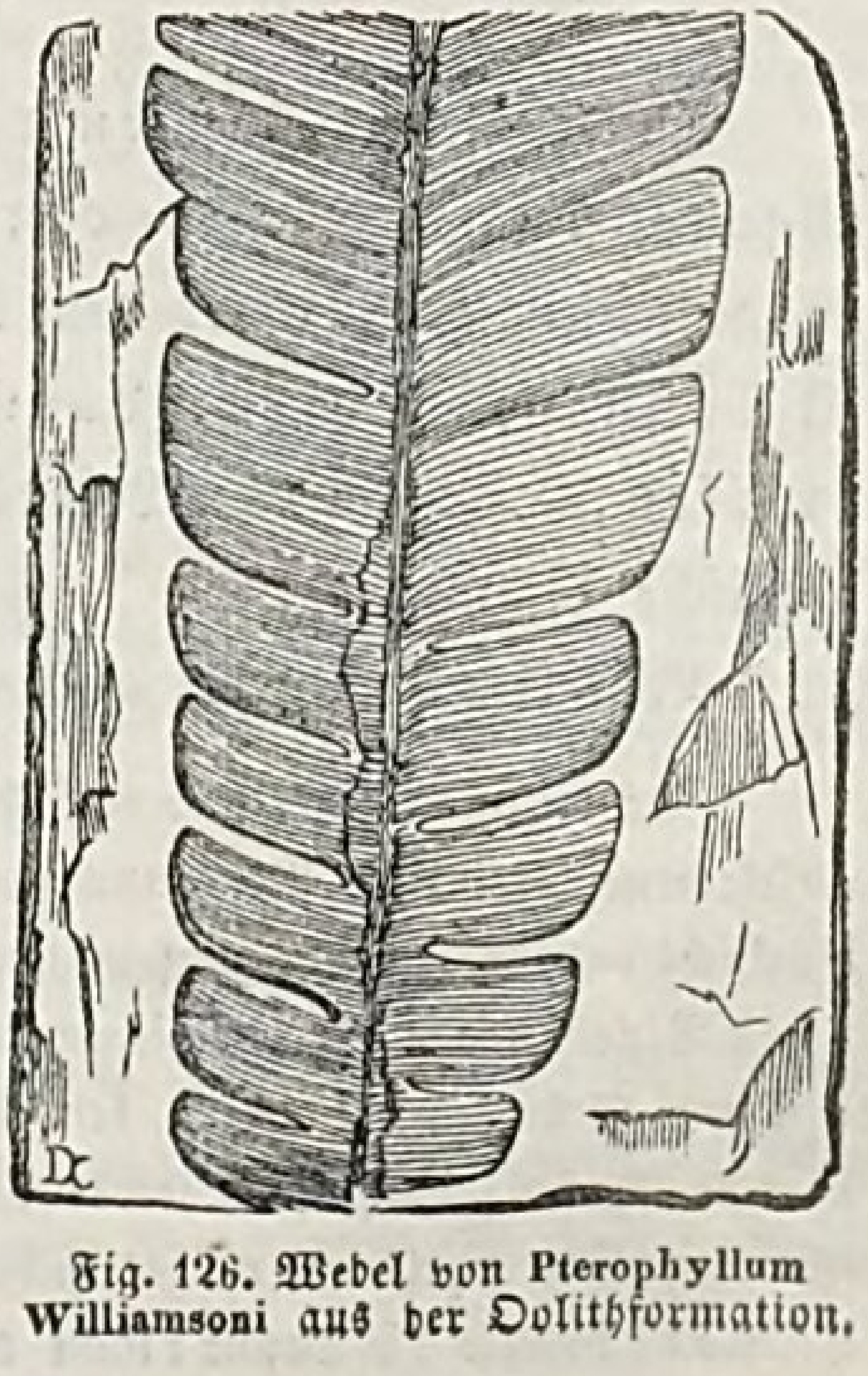


Fig. 126. Wedel von Pterophyllum Williamsoni aus der Oolithformation.

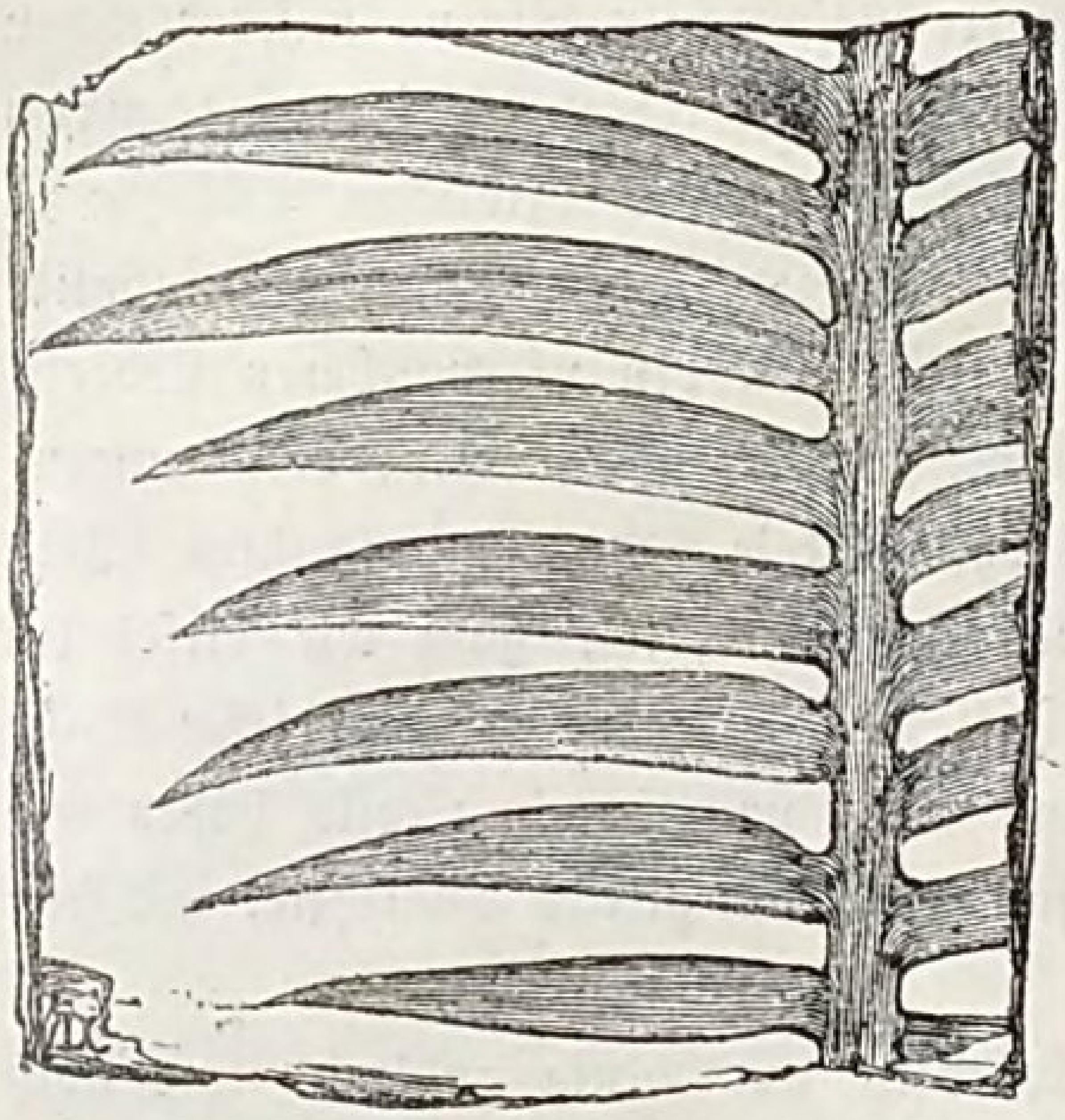


Fig. 127. Wedel von Zamia feneonis aus der Oolithformation.



Fig. 128. Stock von Mantellia nidiformis aus der Oolithformation.

so wohl erhalten, daß man noch mit Hülfe des Mikroskopes das Gewebe derselben hat untersuchen und mit dem der jetzt existirenden hat vergleichen können. Selbst den wolligen Filz von Haaren an den Blättern und Wedelstielen hat man bei einzelnen Exemplaren auf das vollkommenste in Chalcedon versteinert gefunden, und in einer „Mantellia" erkannte man das Vorhandensein von gestreiften Gefäßen innerhalb der Prosenchymbündel, ganz wie bei den Zamien des jetzigen Amerika. In einer Schicht der Jurabildung auf der Insel Portland (Großbritannien), der sogenannten „Schlammschicht (dirt bed)", sieht man (Seite 30) zwischen den, theilweise niedergebrochenen, Stämmen anderer Bäume, deutlich Cykadeenstöcke, welche allem Anscheine nach in dem schwarzen Boden, der jetzt, von den mächtigsten Formationen überlagert, als diese „Schlammschicht" erscheint, noch, wie sie gewachsen sind, festgewurzelt stehen. — Die Cykadeen sind in der Kreideperiode schon weit seltener gewesen, als zuvor. Sie scheinen seitdem immer mehr von anderen, entwicklungsfähigeren Pflanzenklassen zurückgedrängt worden zu sein. Unsere jetzigen zwei Dutzend Arten dieser so malerischen und in botanischer Beziehung so seltsamen Gewächse scheinen die letzten Repräsentanten einer einst in höherem Flor gestandenen Klasse zu sein.

II. Klasse. Die Zapfenträger. (Nadelgewächse.)

Die Klasse der Zapfenträger oder Coniferenbaum umfaßt eine große Menge allgemein bekannter baum- oder strauchartiger Gewächse, theils diejenigen, welche man im gemeinen Leben unter dem Namen von „Nadelhölzern" zusammengefaßt, wie die Tannen, Föhren, Lärchen, Wachholdern, außerdem aber auch die Cypressen, Thujen oder Lebensbäume und Eiben, sowie manche eigenthümliche ausländische Bäume.

Wer kennt nicht die gemeine Tanne (Pinus abies *L.*),* die Zierde des Weih-

* Da mitunter einer und derselben Art von Thieren und Pflanzen von verschiedenen Naturforschern verschiedene lateinische Benennungen — die deutschen Benennungen, im Volke ohne wissenschaftliche Rücksicht entstanden, sind ganz unzuverlässig und in jeder Gegend abweichend — gegeben, oder die nämlichen Benennungen für verschiedene Arten angewandt worden sind, so schreibt man wohl, der Sicherheit und Gründlichkeit wegen, den Namen des Naturforschers, von welchem die Benennung herrührt, oder den Anfangsbuchstaben seines Namens hinter die letztere. Die Tanne hat vielerlei verschiedene Benennungen erhalten; obiges *L* bedeutet Linné, den großen Botaniker Schwedens († 1778). Lamark nannte die Tanne Picea excelsior; Link Picea vulgaris; Duroi Pinus picea.

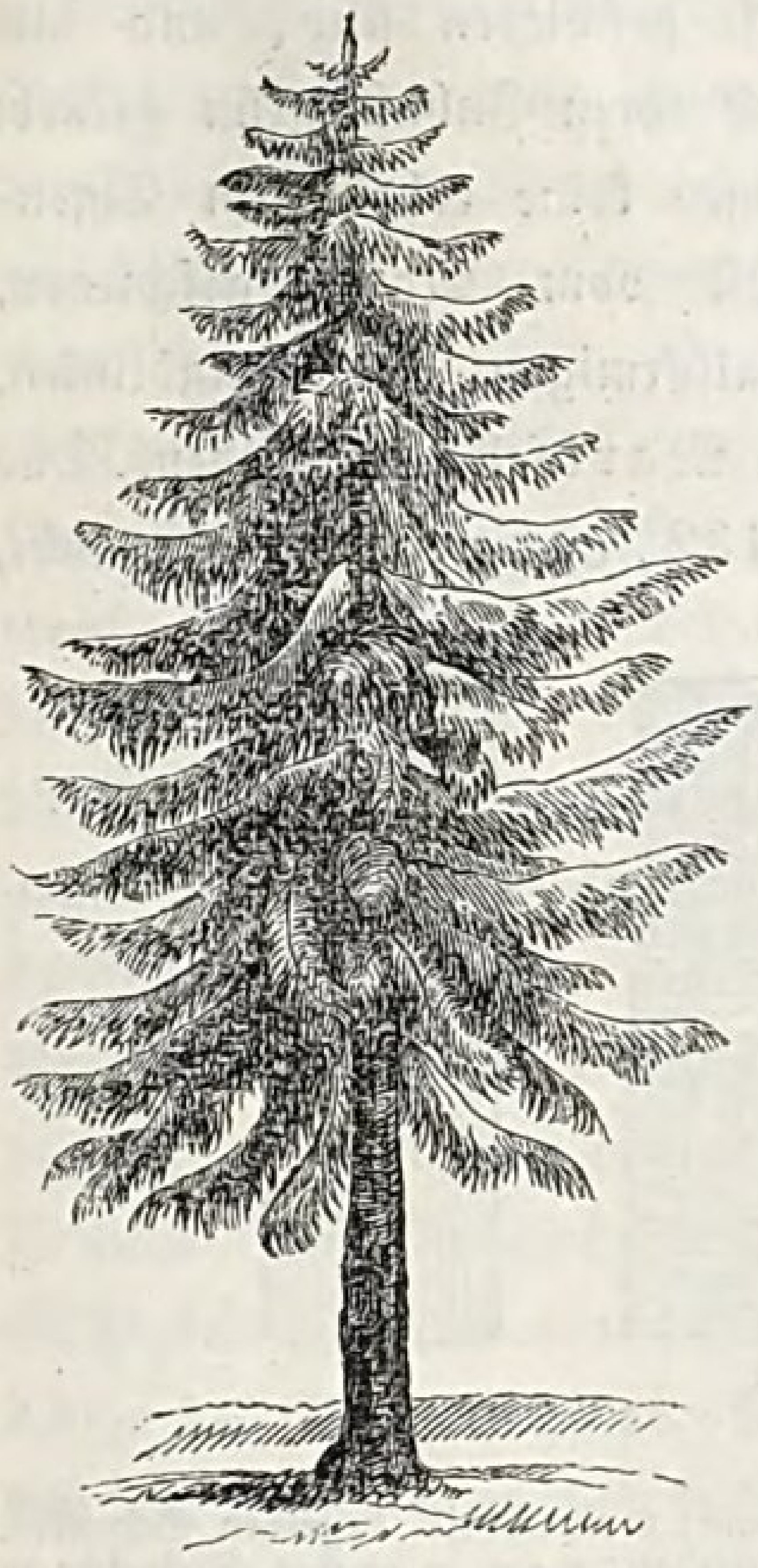


Fig. 129. Die gemeine Tanne.

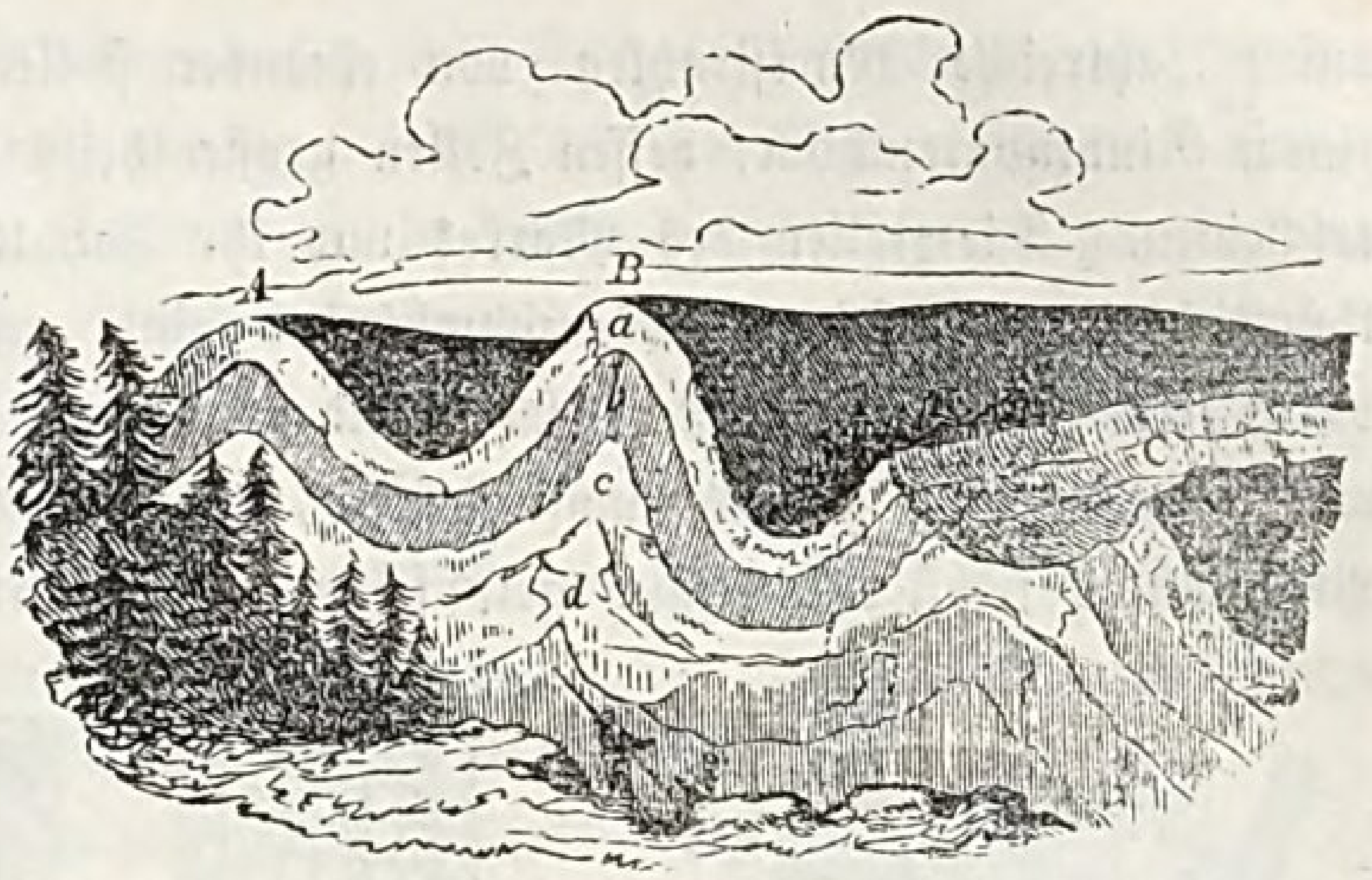


Fig. 130. Landschaft mit Tannen aus dem Juragebirge.

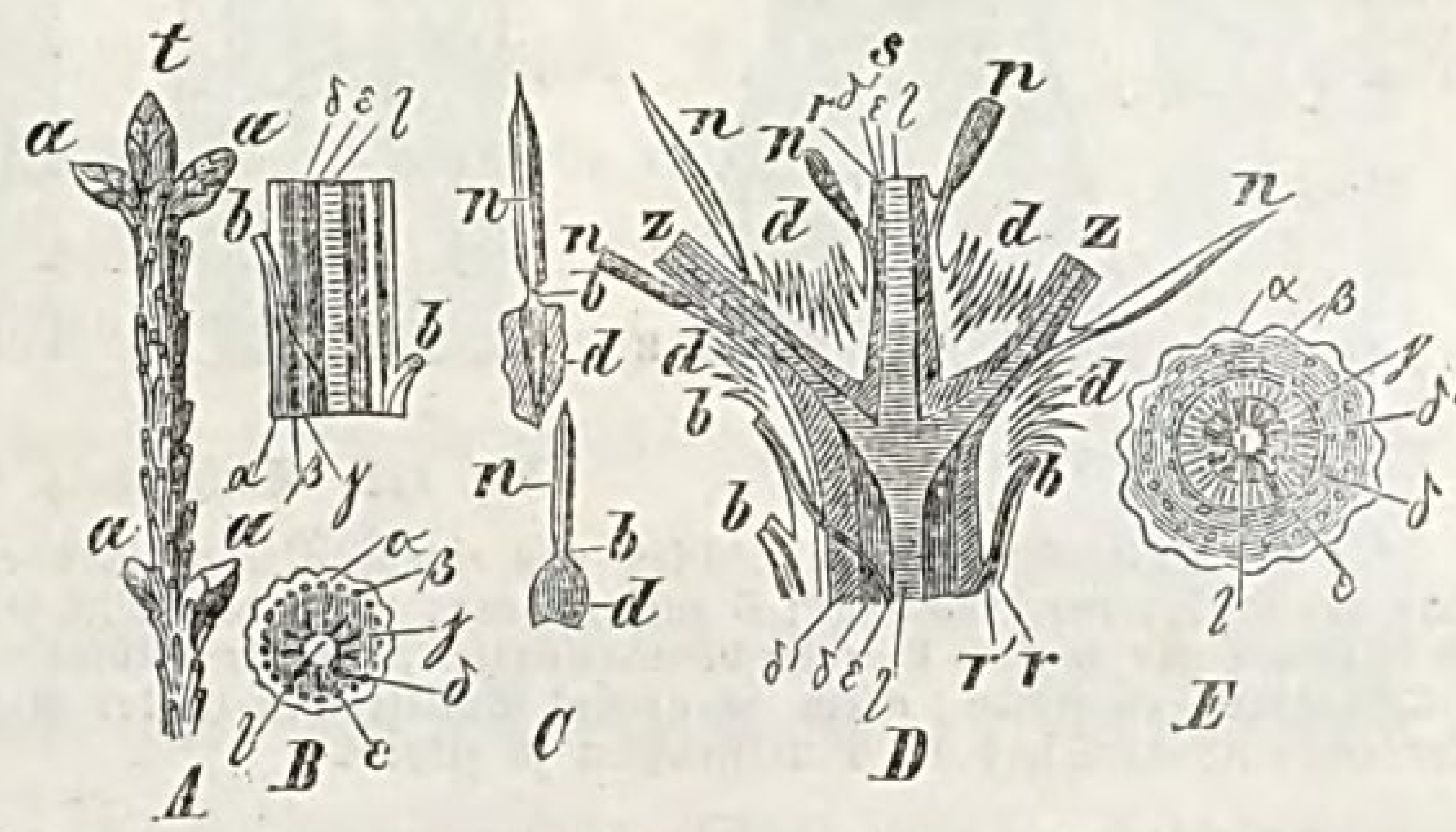


Fig. 131. Das Wachsthum junger Tannen. *

* **A** Der Stengel einer jungen Tannenpflanze im Herbste des ersten Jahres; die Blätter (Nadeln) sind abgenommen; *a* Knospen, welche sich in Blattachseln gebildet haben; *t* Gipfelknospe. — **B** Vergrößerter Durchschnitt eines solchen Stengels; die untere Figur ist ein Horizontalschnitt, die obere ein Längenschnitt; in beiden bedeutet α die äußerste farblose Rinde; β Harzgänge; γ die innere grüne Rindenschicht; δ Prosenchymbündel, zwischen welchen Markstrahlen verlaufen; ε die Gefäße der Markscheide, welche den innersten Theil der Prosenchymbündel bilden; ζ das Mark. In der obern Figur ist *b* der stehen gebliebene Theil der abgefallenen Blätter; man sieht ein Gefäß- und Prosenchymbündel von diesem Punkte zum Prosenchym- und Gefäßbündel des Stengels hinabsteigen. — **C** Nadelblätter; die obere Figur ist ein gewöhnliches Nadelblatt *n* mit seinem Blattstielchen *b*, welcher letztere, als langer Wulst *d*, an der Rinde hinabgeht, von der noch zu seinen beiden Seiten ein Fetzen der Oberhaut hangen geblieben ist. Die untere Figur zeigt eine Knospendecke *d*, auf deren Spitze *b* ausnahmsweise eine kleine Nadel *n* sich entwickelt hat. Man vergleiche beide Figuren in ihren einzelnen Theilen, um zu wissen, wofür man die Knospendecke zu halten hat. — **D** Die Gegend von *a*, *t*, *a* der Figur **A**, im zweiten Jahre; vergrößerter Durchschnitt. Aus *t* hat sich ein Gipfelsproß gebildet, von welchem unter *s* ein Theil sichtbar ist; aus *a*, *a* haben sich Zweige *z*, *z* entwickelt; *d*, *d* sind die auseinander geschobenen Knospendecken; *b*, *b* Blattstielnarben von Blättern des ersten Jahres, welche abgenommen sind; ζ Mark; ε Markscheide; δ Prosenchymbündel des ersten Jahres; δ' Prosenchymbündel des zweiten Jahres; *r'* innere Rindenlage, welche im zweiten Jahre sich gebildet hat; *r* äußere Rinde. — **E** Horizontalschnitt des zweijährigen Theiles von Fig. **D**; die Buchstaben bedeuten dasselbe wie in **B** und **D**.

nachtsabends, wer kennt sie nicht aus größter Ferne schon an ihrem herrlichen regelvollen Wuchse (Fig. 129 und 130). Ein gerader, schlanker Stamm, vom Boden bis zum Gipfel ganz allmählig gleichförmig sich verjüngend, mit der vollkommensten Rundung des Umfanges, ragt mitunter bis zu einer Höhe von anderthalbhundert Fußen empor; das dichte Gezweig, am unteren Theile weit ausgestreckt, in schönem Bogen sich abwärts beugend, gegen den Gipfel allmählig kürzer, bildet die stolzeste Pyramidenform. Alle Coniferen ähneln der Tanne in ihrer Tracht mehr oder weniger; ebenso stimmt die Organisation bei allen im Wesentlichsten ganz überein.

Betrachten wir zuerst ein ganz junges Tannenpflänzchen, welches kaum aus dem Boden aufragt. Wir finden einen Stengel (Fig. 131), dicht mit „Nadeln" besetzt. Der Stengel besteht aus einem, die Mitte desselben einnehmenden, parenchymatischen Marke, dessen Zellen farblos sind, aus einem Ringe von Prosenchymbündeln, welche

durch zahlreiche Markstrahlen von einander stellenweise geschieden sind, und aus einem Rindenparenchym, dessen Zellen großentheils durch ihren Inhalt grün gefärbt erscheinen. Die Zellen des Markes und ihr Inhalt zeigen keine erheblichen Eigenthümlichkeiten. Die Prosenchymbündel sind zunächst vom Marke geschieden, durch einen Kreis von **Gefäßen** mit ring- und spiralförmigen Verdickungslinien, welche, das Mark zunächst umschließend, die sogenannte **Markscheide** bilden. Das Prosenchym selbst besteht aus getüpfelten Zellen (Fig. 132, c), welche jedoch nicht,

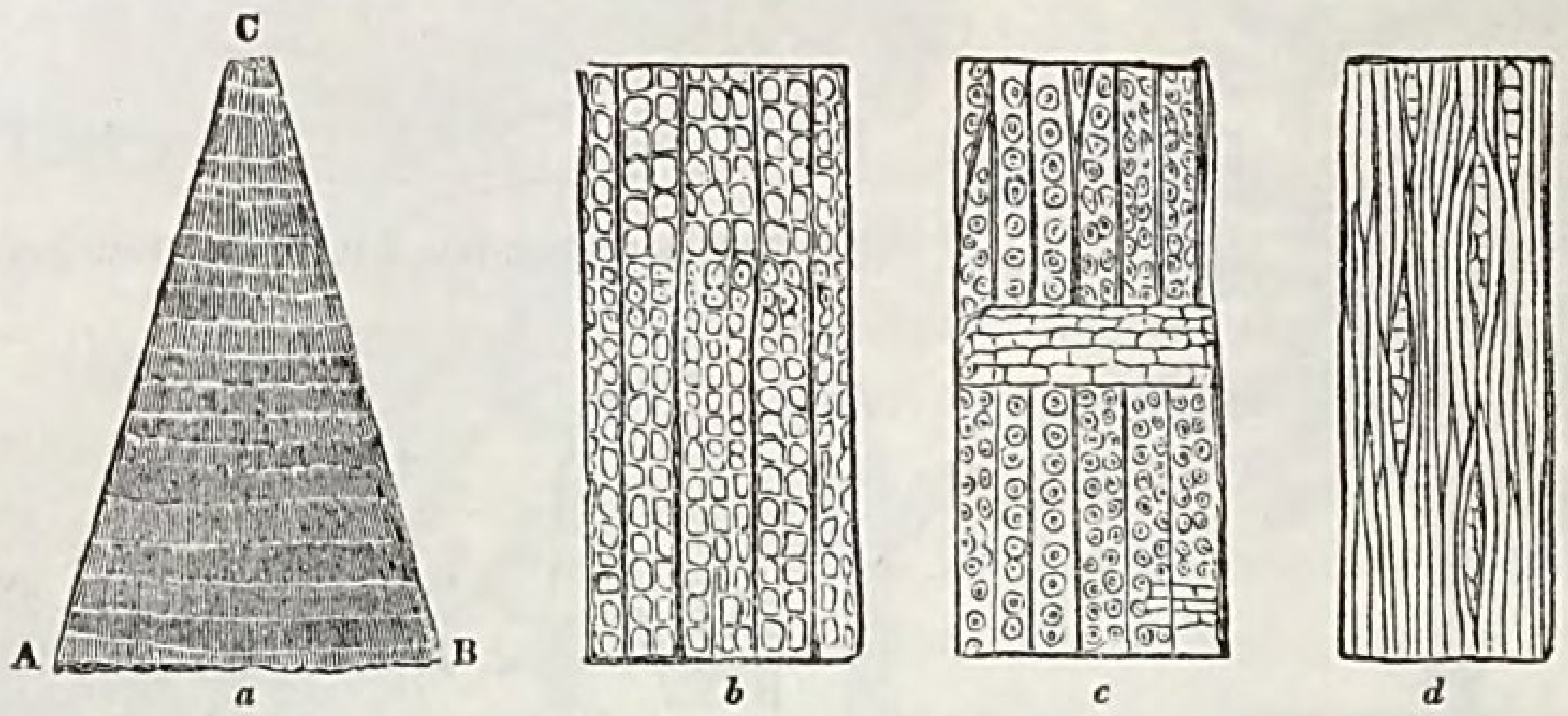


Fig. 132. Tannenholz. *

* *a* Ein Querschnitt eines Stückes von einem älteren Tannenstamme; *b* ein Theil desselben Schnittes, etwa der Größe des Buchstaben **B** entsprechend, unter dem Mikroskope gesehen; *c* ein so großes Spänchen in der Richtung von **B** nach **C** senkrecht abgespalten, um die getüpfelten Prosenchymzellen und parenchymatischen Markstrahlen zu zeigen; *d* ein so großes Splitterchen in der Richtung von **B** nach **A** abgespalten, um die Prosenchymbündel und die Markstrahlen zu zeigen.

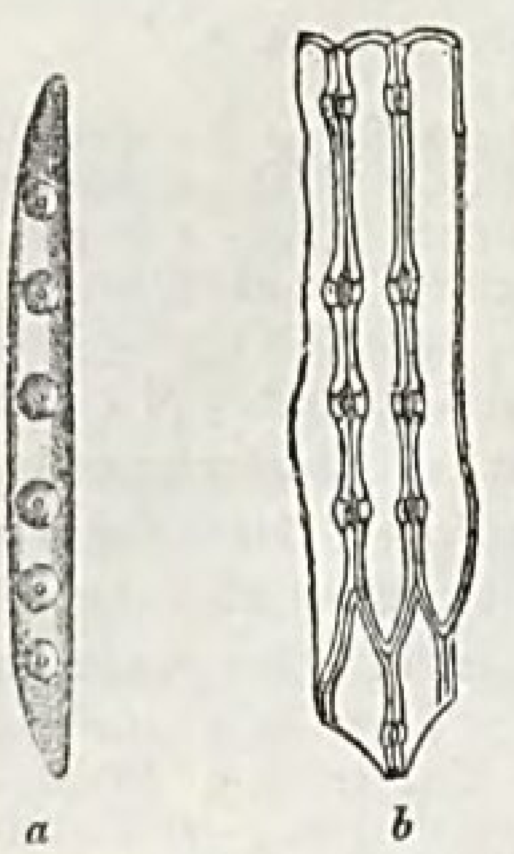


Fig. 133. Prosenchymzellen aus dem Holze der gemeinen Fichte.*

* *a* Eine Prosenchymzelle, stark vergrößert, mit Tüpfelchen, welche von einem Hofe umgeben sind; *b* einige Prosenchymzellen senkrecht aufgeschnitten, so daß man die den Tüpfeln entsprechenden Interzellularräume bemerken kann, durch welche die Höfe gebildet werden.

wie die der Cykadeen, auf jeder Berührungsfläche gegen eine Nachbarzelle mehrfache unregelmäßige Reihen von Tüpfeln zeigen, sondern nur auf zwei sich gegenüberstehenden Seiten eine einfache Reihe solcher Tüpfel besitzen (Fig. 133). Die Tüpfel sind kreisrund und mit einem kreisförmigen Hofe umgeben, welcher letztere nicht durch die gleiche Ursache hervorgebracht wird, wie das innere Tüpfelchen, nämlich nicht, wie dieses, die Stelle bezeichnet, wo die äußere einfache Zellenhaut von der inneren Verdickungsschicht nicht überkleidet ist, sondern der Hof entsteht dadurch, daß jedesmal da, wo die sich meistens entsprechenden Tüpfel zweier benachbarter Zellen sich befinden, die Wandung jeder Zelle eine kleine Vertiefung nach innen besitzt, durch welche ein linsenförmiges Hohlräumchen zwischen den Wandungen der Nachbarzellen zurückbleibt. Vielleicht ist diese Bildung so zu erklären, daß durch die dünneren Tüpfelstellen die Aussonderung der Zellen stärker vor sich geht und auf diese Weise Tröpfchen von Zwischenzellenstoff sich hier angesammelt finden und die Wandungen der beiden benachbarten Zellen ein wenig auseinander drängen, während an den übrigen Theilen ihres Umfanges die Zellen sich unmittelbar mit ihren Wandungen berühren. Diese Erklärung würde auch auf die ganz ähnlichen Erscheinungen passen, welche bei den Markstrahlenzellen häufig vorkommen, sowie auf die diesen eigenthümlichen Fälle, in welchen ein größerer Interzellularraum mehreren Tüpfelstellen gemeinsam ist, besonders wo mehrere solche Tüpfelungen von benachbarten Zellen nahe zusammentreffen. In den Prosenchymbündeln befinden sich einzelne Gruppen

gestreckter Zellen von einfacherer Bildung, welche mit Harzflüssigkeit angefüllt sind. Dieselben bilden langausgedehnte Stränge und scheinen zur Verbreitung des Harzes durch das Prosenchymgewebe zu dienen. — Die Rinde besteht keineswegs ganz aus gleichförmigem Parenchym. Die Prosenchymbündel sind unmittelbar umgeben von einer dünnen Schicht sehr zarten und saftreichen Zellgewebes, der sogenannten Bildungsschicht oder dem Cambium. An dieses schließen sich zunächst äußerst langgestreckte und sehr feste, zähe, nicht getüpfelte Prosenchymzellen, die Bastfasern, welche die innerste Lage der Rinde, den Bast (Fig. 134), bilden. Das Parenchym der Rinde ist zunächst um die Bastschicht reichlich mit Chlorophyllkörnchen gefüllt und daher lebhaft grün gefärbt; diese grüne Schicht aber ist noch von einer dicken Lage langgestreckter, farbloser Parenchymzellen bedeckt, welche somit den Stengel zunächst unter der Oberhaut äußerlich umgibt. Durch das Rindenparenchym ziehen sich zahlreiche beträchtliche röhrenförmige Interzellularräume, die mit der bekannten klebrigen Flüssigkeit gefüllten Harzgänge (Fig. 131 β), an der ganzen Länge des Stengels hinab. Dieselben sind durch flache Wandungen der umgebenden Parenchymzellen begrenzt.

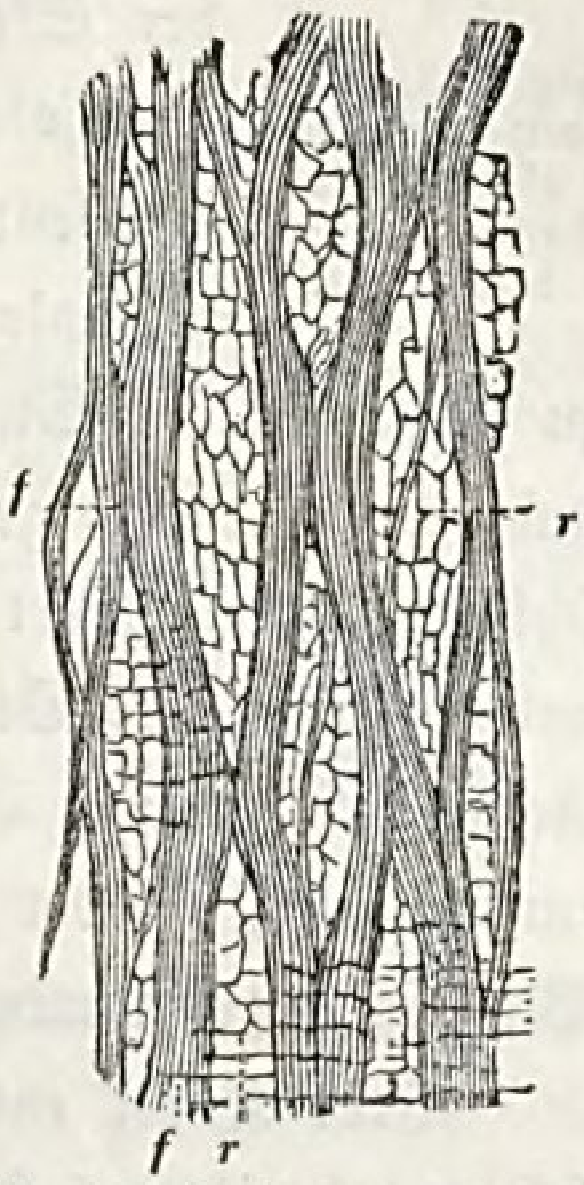


Fig. 134. Bastfasern; 200fach vergrößert. *

* Als Beispiel zur Darstellung des Bastes benutzen wir eine solche Abbildung von einer Seidelbastpflanze (Daphne laureola), bei welcher dieses Fasergewebe ganz ebenso aussieht, wie bei der Tanne. — f Bastfaserbündel, welche Bänder bilden; r Markstrahlen, welche zwischen diesen Bändern hindurch das Mark- und Rindenparenchym verbinden. — Die Bastfasern sind so lang, daß man nur einen kleinen Theil ihrer Länge zu überblicken vermag.

Der unterste Theil des Stengels befindet sich in der Erde; derselbe zeichnet sich dadurch aus, daß hier das Mark fehlt, indem dieses in der Nähe der Bodenoberfläche immer geringer erscheint und endlich ganz aufhört. Auch ist dieser Theil des Stengels, welchen wir die Wurzel der Pflanze nennen, nicht von einer so vollkommenen Oberhautzellenschicht bekleidet. Besonders fehlen der Oberhaut der Wurzel Stomate völlig. Die Zellen derselben sind großentheils haarförmig verlängert und von großer Zartheit, und daher fähig, die Nahrungsfeuchtigkeit aus dem Boden aufzusaugen. Die Spitze derselben besteht aus einem Häufchen zarter Zellen, welche das sogenannte Wurzelschwämmchen bilden, und ebenfalls vorzugsweise zur Auffaugung geeignet sind. Die Wurzel ist mit vielen dünnen Seitenästen versehen, welche sich zu ihr verhalten, wie Zweige; nur sind auch sie nicht aufwärts gerichtet, sondern in den Boden hinabgestreckt, wie die Wurzel selbst. Diese Wurzel, welche eine Verlängerung des Stengels in einer dem Gipfel entgegengesetzten Richtung ist, zeichnet sich hiedurch sehr wesentlich von denjenigen Wurzeln aus, welche wir bei den Moosen, Farren und Cykadeen kennen gelernt haben, und welche gleichsam als abwärts gerichtete und eigenthümlich geformte Stellvertreter von Blättern oder Zweigen des Stengels oder Stockes betrachtet werden müssen. Man nennt diejenige Art von Wurzeln, welche wir so eben kennen lernen, eine Hauptwurzel; jene anderen nur als Nebenorgane aus dem Stengel oder Stocke entspringenden Wurzeln dagegen können Hülfs- oder Adventivwurzeln genannt werden. — Der Stengel des jungen Tannenpflänzchens ist dicht mit Nadeln besetzt; diese Nadeln sind Blätter, welche nur durch ihre schmale Form (Fig. 135) sich von dem Begriffe, welchen man gewöhnlich mit letzterer Bezeichnung zu verbinden pflegt, entfernen. Sie entwickeln sich auf sehr regelmäßige Weise aus dem Umfange der

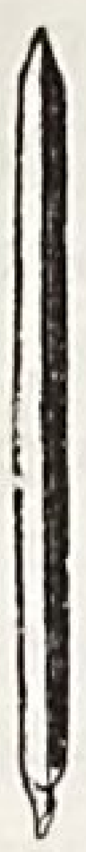


Fig. 135. Das nadelförmige Blatt einer Tanne; etwas vergrößert.

fortsprossenden Gipfelknospe des Stengels in Kreisen, welche bei der Verlängerung der Stengelachse zu mehr oder weniger lang ausgestreckten Spirallinien werden. Folgt man einer solchen Spiralreihe, so findet man, daß jedesmal ein gewisses Blatt genau über dem ersten steht, von welchem man zu zählen begonnen hat, und daß ferner solcher Spiralreihen zwei um den Stengel laufen, welche sich zu einander so verhalten, daß die Zwischenräume zwischen je zwei Blättern der einen Reihe genau über den Blättern der andern Reihe stehen. Je nachdem der Stengel sich mehr oder weniger in die Länge ausgestreckt hat, ist eine solche Spirale mehr oder minder gedehnt; in der Nähe des fortsprossenden Gipfels stehen die Blätter dicht über einander, und die Spirale ist dort so wenig gedehnt, daß man dieselbe nur mit Mühe zu verfolgen im Stande ist. Die Zahl der Blätter, welche auf einem Umgange um den Stengel getroffen werden, ist je nach der Kräftigkeit des letzteren verschieden und ändert sich sogar nach der Periode, in welcher der eine und der andere Theil des Stengels entstand. Immer kann dieselbe uns andeuten, wie viele Zellen sich an dem Theile des Umfanges der Gipfelknospe, aus welchem diese Blätter entsprangen, zu der Zeit befanden, als die erste Hervorschiebung der zur Bildung der Blattspitze bestimmten Zellen stattfand.

Jede Nadel enthält innerhalb eines mit dichter Oberhaut, deren Stomate sich durch ihre fast ganz kreisrunde Form auszeichnen, bekleideten Parenchyms, welches durch kräftig grüne Färbung sich auszeichnet, ein der Länge nach durch dieselbe verlaufendes, von Prosenchymzellen umgebenes Gefäßbündel, welches von einigen sehr langgestreckten und zähen, den Bastfasern ähnlichen Zellen auf der Unterseite begleitet wird. Die Zellen der Oberhaut sind mit verhärteter firnißartiger Aussonderungsschicht überzogen, haben nach der Außenfläche zu zahlreiche Tüpfel, wie bei den Wedeln des Sagobaumes (Fig. 118) und die Zellen der Blattspitze sind durch frühzeitige Austrocknung der in ihnen enthaltenen Säfte und Festigkeit ihrer Wandungen so hart, daß eben dadurch die Spitze der Nadel die stechende Eigenschaft besitzt. Das Parenchym in der nächsten Umgebung des Gefäßbündels besteht aus regelmäßigen, parallelen, gestreckten Zellen; zwischen diesem Theile und der Oberhaut befinden sich zahlreiche Luftlücken, durch größere, abgerundetere Zellen von einander gesondert; aber durch mannigfache feine Interzellularräume mit einander verbunden (Fig. 136). Die Nadel steht auf einem kurzen Blattstiele, einer fadenförmig schmalen Fortsetzung des Blattes selbst, welche sich nur dadurch auszeichnet, daß hier das Parenchym weniger entwickelt ist. Unterhalb des Punktes, an welchem das Blatt aus dem Stengel entsprungen ist und auf welchem dasselbe daher nach seiner Ausbildung befestigt erscheint, vermehren sich die Zellen bei der Verlängerung des Stengels abwärts, so daß dadurch ein Wulst der Rinde gebildet wird, welcher sich immer bis in den Zwischenraum zwischen je zwei Nadeln der nächst tieferen Spiralreihe hinab erstreckt. Dieser Wulst bezeichnet die Stelle, auf welcher ein Nadelblatt stand, auch dann noch, wenn die Nadel abgestorben und vom Stengel losgetrennt worden ist. Letzteres geschieht nicht im Verlaufe desselben Jahres, in welchem die Nadel gebildet ist, sondern erst nach zweien, dreien oder mehreren, selbst 6 bis 8 Jahren, und ohne daß die Nadel zuvor verdorrte und braun wurde. An

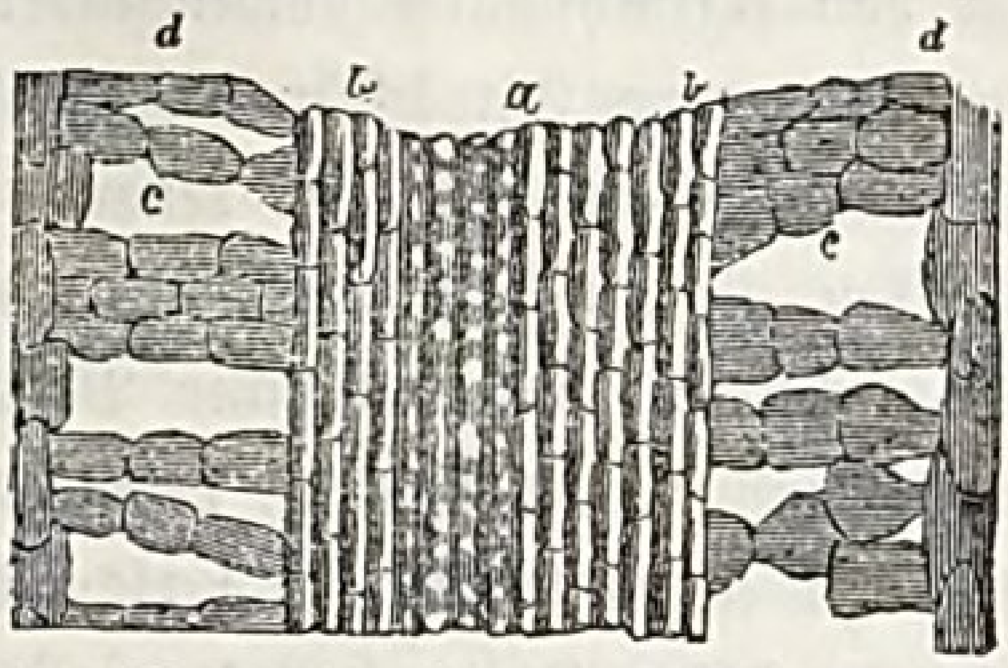


Fig. 136. Wagerechter Längsdurchschnitt durch eine Tannennadel. *

* *a* Gefäßbündel; *b* gestrecktes paralleles Parenchym; *c* Luftlücken; *d* Oberhaut.

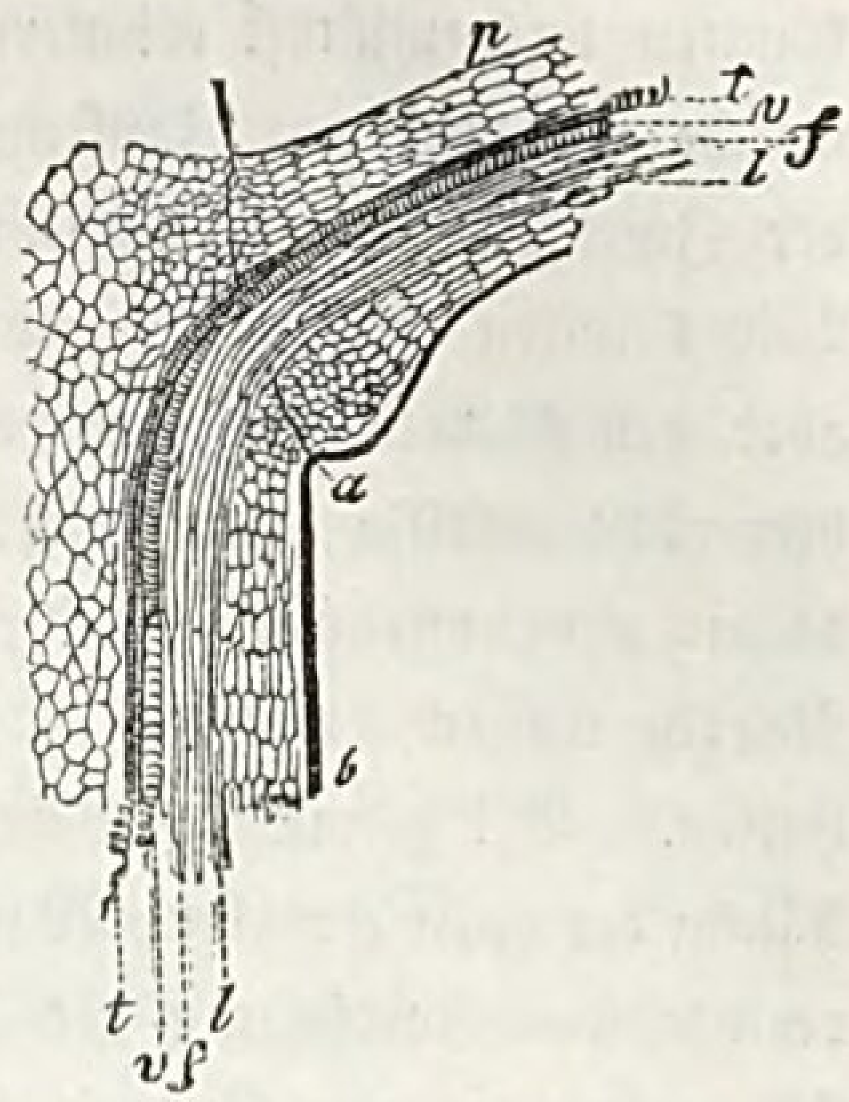


Fig 137. Senkrechter Schnitt durch den Punkt eines Stengels, an welchem ein Blatt entspringt. *

* *b* Oberhaut des Stengels; *p* Blattstiel; *t* und *r* Spiralgefäße; *f* Prosenchymbündel; *l* Bastfasern; *a* Anhäufung vom Zellgewebe, welches sich stark vermehrt und später an dieser Stelle die Ablösung des Blattstieles hervorruft.

der Lostrennungsstelle bleibt auf dem Wulste am Stengel eine Narbe zurück. Durch den Wulst, gleichsam eine mit dem Stengel verwachsene und mit der Rinde ausdauernde Fortsetzung des Blattstieles selbst, erstreckt sich das Gefäßbündel des Blattes abwärts, und da sich auch die zwischen demselben und den Prosenchymbündeln des Stengels liegenden Rindenzellen zu Prosenchymzellen, gewisse zu den Gefäßen der Markscheide sich erstreckende Prosenchymzellen, zu Gefäßen umbilden, so steht dadurch das Gefäßbündel des Blattes mit dem Prosenchym- und Gefäßbündelkreise des Stengels in unmittelbarer Verbindung, so daß man die Sache leicht so ansehen könnte, daß sich aus dem Gefäß- und Prosenchymringe des Stengels ein Gefäßbündel abgezweigt und in das Blatt hineinerstreckt habe (Fig. 137). Unmittelbar über einem solchen Vereinigungspunkte aber bleiben die Zellen des Stengels in dem Kreise der Prosenchymbündel eine Strecke weit parenchymatisch, dem Parenchym der Rinde ähnlich, so daß also allemal hier eine parenchymatische Verbindung des Markes und der Rinde zwischen den Prosenchymbündeln hindurch stattfindet, welche wir einen Markstrahl genannt haben. Allemal an einem solchen Punkte kann sich auch hier eine Achselknospe entwickeln, aus welcher ein Zweig entstehen soll. Im Spätsommer und Herbste finden wir solcher Knospen ziemlich viele an der jungen Tannenpflanze; dieselben haben aber keine Aehnlichkeit mit dem Aussehen der fortsprossenden und mit jungen Nadeln dicht umdrängten Gipfelknospe, vielmehr hat diese letztere, selbst auch nachdem der Stengel eine gewisse Länge erreicht hatte, eine ganz andere, mit den Achselknospen ganz übereinstimmende Form angenommen. Es erscheinen nämlich um die genannte Zeit alle diese Knospen als kleine, braune, runde, kegelförmig zugespitzte Knöpfchen, welche von braunen, sehr dünnen, trockenen und hautartigen, dabei aber zähen und harten Blattschüppchen, den sogenannten Knospendecken, gebildet sind, die, dachziegelig einander deckend, die zarte Axe sowohl des Stengelgipfels, als auch die der beginnenden achselständigen Zweige umschließen. Bei genauerer Betrachtung bemerkt man leicht, daß diese schuppenförmigen Blätter, die Knospendecken, ganz wie die Nadeln am Stengel, in regelmäßigen, aber sehr wenig aus der Ebene erhobenen, Spirallinien um die Axe geordnet stehen. Die einzelnen Spiralreihen stehen aber, da die Axe sich während ihrer Bildung wenig oder gar nicht verlängert hat, so nahe übereinander, daß fast unmittelbar immer ein Blatt in der Achsel zweier nächst unteren Blätter steht. Die Knospendecken

könnten uns zunächst erinnern an die Blätter von eigenthümlich abweichender Form, welche wir bei den Zapfenmoosen und manchen andern Gewächsen an den Spitzen der Zweige, in der Umgebung der Fortpflanzungsorgane u. s. w. kennen lernten. Wir könnten demnach vermuthen, daß dieselben eigenthümlich geformte, übrigens aber den Nadeln entsprechende Blätter wären. Allein ein so einfacher Vergleich ist hier nicht zulässig, denn nicht selten gelingt es, Knospen zu entdecken, deren Knospendecken ganz offenbar auf ihrer Spitze, welche zu einem Blattstiele verschmälert ist, Nadeln tragen, wonach es nicht möglich ist, sie selber für umgestaltete Nadeln zu halten. Bei genauerer Betrachtung bemerkt man, daß unmittelbar unter der Knospe häufig der oben erwähnte Wulst (Fig. 138, B), welchen wir als eine mit dem Stengel verwachsene Fortsetzung des Blattstieles ansehen können, bei einzelnen Nadelblättern sich mehr von dem Stengel trennt und dabei sich ausbreitet, so daß er ein lederiges blattähnliches Schüppchen darstellt. Diese Bildung steht gleichsam in der Mitte zwischen der gewöhnlichen Form einer Nadel, deren Blattstiel in einen am Stengel herablaufenden Wulst verlängert ist, und den Knospendecken, welche auf ihrer Spitze eine, meistens freilich nur kleine, Nadel tragen. Und diese letzteren nadeltragenden Knospendecken führen uns unmittelbar zu den gewöhnlichen Knospendecken und sagen uns, daß die letzteren zu betrachten sind, als blattartig ausgebildete Blattstielwulste, oder, wie man sagen könnte, als Blattstielblätter (phyllodia). Für gewöhnlich hat sich während der Bildung dieses von der Ursprungsstelle des Blattes abwärts wachsenden Theiles zugleich der Stengel unterwärts verlängert und mit demselben gleichsam verschmolzen; bei den Knospen aber, wo die Verlängerung des Stengels nicht stattgefunden hat, mußte der Blattstieltheil bei seinem Wachsthume sich über den Ansatzpunkt aufwärts hervorschieben.

Die Pflanze trägt im Spätsommer allemal eine Gipfelknospe, welche durch ihre Größe sich einigermaßen auszeichnet, und eine Anzahl von Achselknospen (Fig. 138). Keineswegs aber entspringt in jeder Achsel eine solche, sondern diese Regel gilt mit Sicherheit nur für zwei Blattachseln unmittelbar neben der Gipfelknospe, welche nie

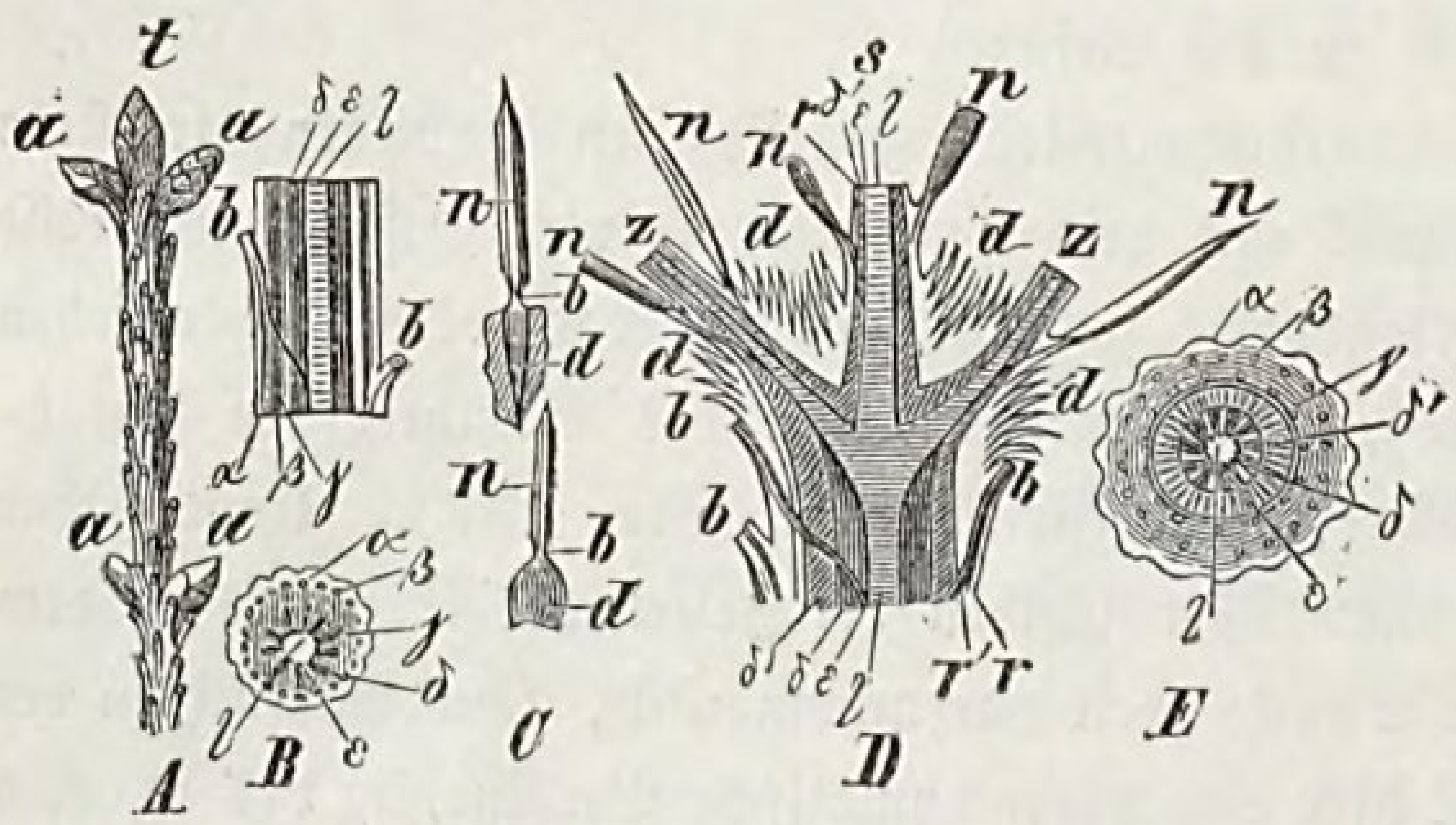


Fig. 138. Das Wachsthum junger Tannen. *

* **A** Der Stengel einer jungen Tannenpflanze im Herbste des ersten Jahres; die Blätter (Nadeln) sind abgenommen; *a* Knospen, welche sich in Blattachseln gebildet haben; *t* Gipfelknospe. — **B** Vergrößerter Durchschnitt eines solchen Stengels; die untere Figur ist ein Horizontalschnitt, die obere ein Längenschnitt; in beiden bedeutet α die äußerste farblose Rinde; β Harzgänge; γ die innere grüne Rindenschicht; δ Prosenchymbündel, zwischen welchen Markstrahlen verlaufen; ε die Gefäße der Markscheide, welche den innersten Theil der Prosenchymbündel bilden; ζ das Mark. In der obern Figur ist *b* der stehen gebliebene Theil der abgefallenen Blätter; man sieht ein Gefäß- und Prosenchymbündel von diesem Punkte zum Prosenchym- und Gefäßbündel des Stengels hinabsteigen. — **C** Nadelblätter; die obere Figur ist ein gewöhnliches Nadelblatt *n* mit seinem Blattstielchen *b*, welcher letztere, als langer Wulst *d*, an der Rinde hinabgeht, von der noch zu seinen beiden Seiten ein Fetzen der Oberhaut hangen geblieben ist. Die untere Figur zeigt eine Knospendecke *d*, auf deren Spitze *b* ausnahmsweise eine kleine Nadel *n* sich entwickelt hat. Man vergleiche beide Figuren in ihren einzelnen Theilen, um zu wissen, wofür man die Knospendecke zu halten hat. — **D** Die Gegend von *a*, *t*, *a* der Figur **A**, im zweiten Jahre; vergrößerter Durchschnitt. Aus *t* hat sich ein Gipfelsproß gebildet, von welchem unter *s* ein Theil sichtbar ist; aus *a*, *a* haben sich Zweige *z*, *z* entwickelt; *d*, *d* sind die auseinander geschobenen Knospendecken; *b*, *b* Blattstielnarben von Blättern des ersten Jahres, welche abgenommen sind; ζ Mark; ε Markscheide; δ Prosenchymbündel des ersten Jahres; δ' Prosenchymbündel des zweiten Jahres; *r'* innere Rindenlage, welche im zweiten Jahre sich gebildet hat; *r* äußere Rinde. — **E** Horizontalschnitt des zweijährigen Theiles von Fig. **D**; die Buchstaben bedeuten dasselbe wie in **B** und **D**.

fehlen. Wenigstens stehen in den Fällen, wo sie zu fehlen scheinen, doch sehr nahe unter dem Gipfel zwei Knospen, und es ist in diesem Falle offenbar, daß ausnahmsweise die Axe des Stengels sich noch nach der Bildung dieser Knospen um Weniges verlängerte und dabei Nadeln, anstatt bloßer Knospendecken, entwickelte. Gerade in solchen Fällen findet man auch besonders häufig die nadeltragenden Knospendecken. Weiter abwärts am Stengel bleiben die meisten Blattachseln unfruchtbar (knospenlos), und es stehen nur in gewissen Abständen einzelne Paare von Knospen, und zwar entspringen fast allemal zwei Knospen gerade aus einander gegenüberliegenden Punkten des Stengelumfanges, und ist die Richtung des oberen Paares von dem des nächst unteren allemal um einen mehr oder minder großen Kreuzungswinkel verschieden, so daß der Stengel in Zukunft aus diesen Knospen nach den verschiedensten Richtungen Zweige entwickeln kann.

Die dicht zusammenschließenden Knospendecken scheinen gleichsam einen Schluß für das Wachsthum des Jahres zu bilden, welches vorzugsweise im Frühlinge rege ist; sie bewahren das entwicklungsfähige Zellgewebe sowohl des Gipfels der Stengelaxe, als auch der kaum erst aus den Blattachseln hervorgesproßten Seitenaxen oder zukünftigen Zweige durch die rauhere Jahreszeit hindurch. Im nächsten Frühlinge dagegen beginnen alle diese Axen sich weiter zu entwickeln, die Knospendecken werden auseinander gedrängt und aus ihrer Mitte sproßt die Fortsetzung der Stengelaxe und sprossen die Seitenaxen der beginnenden Zweige, dicht mit gedrängten Nadelblättern besetzt, hervor. Alle Erscheinungen, welche wir an dem erstjährigen Pflänzchen wahrnehmen konnten, wiederholen sich nur an den einzelnen Trieben, welche im Laufe eines Frühjahres aus allen Knospen hervorbrechen, gerade wie der erste Trieb aus dem Samen hervorgebrochen war, mit bestimmten Beschränkungen. Diese Beschränkungen bestehen theils darin, daß die einzelnen Knospentriebe keine Wurzel besitzen, sondern sich durch die Wurzel des zuerst gebildeten Stengels ernähren, indem die von dieser aus dem Boden aufgesogenen Nahrungssäfte durch das Zellgewebe des Stengels zu ihnen hingeleitet werden. Ferner nehmen die Zweige eine etwas andere Form an, als die, welche der Stengel des ersten Jahres hatte, und welche auch der, die Fortsetzung desselben bildende Sproß der Gipfelknospe genau nachahmt; sie tragen nämlich die Nadeln vorherrschend nach beiden Seiten des Zweiges gerichtet, obgleich dieselben völlig regelmäßig auf ihrem ganzen Umfange stehen. Dadurch wird die Gestalt eines Zweiges mit seinen Nadeln mehr oder weniger plattgedrückt. Noch mehr aber zeigt sich dieser Unterschied, wenn die Fortsetzung der Stengel- oder Hauptaxe und die Seitenaxen oder Zweige im Sommer neue Schlußknospen erzeugen. Diese stehen dann an der Hauptaxe ganz nach derselben Regel wie früher, nur daß die beiden neben der Gipfelknospe entwickelten Seitenknospen sicher eine andere Richtung einhalten, als, nach dem sichern Beweise der unter der Gipfelknospe des vorigen Jahres entsprungenen Zweige, die entsprechenden Seitenknospen des vorigen Jahres. Dagegen an den Zweigen stehen neben der Gipfelknospe die Seitenknospen, und nicht bloß diese nächsten, sondern auch alle, welche weiter abwärts am Zweige entspringen, stets zu beiden Seiten wagerecht. Daher rührt es, daß nun, nachdem noch durch alle folgenden Jahre hindurch ganz nach denselben Regeln an der fortsprossenden Axe der Zweige stets neue Zweige zweiter Ordnung, und an diesen, ebenfalls ausschließlich in horizontaler Richtung, Zweige dritter

Ordnung u. s. w. sich entwickelt haben, der ganze Tannenzweig (mit seinen Neben- und Unterzweigen) die höchst regelmäßige und in einer Fläche ausgebreitete Form erhält, durch welche derselbe im höchsten Grade an die Wedel der Laubfarren erinnert, und welche im Wesentlichsten die so leicht erkennbare Tracht der Tanne hervorruft. Eine andere wichtige Verschiedenheit der Zweige im Gegensatze zu der Stengelaxe beruht in der ungleichen Zunahme des Umfanges dieser verschiedenen Organe.

Im Frühlinge besitzen die Zellen des Baumes, ohne daß wir den Grund dieser Thatsache zu ermitteln im Stande wären, in höherem Grade die Fähigkeit, Nahrungssäfte aufzusaugen, als zu anderer Zeit, besonders zur Zeit des Herbstes und Winters. Um diese Jahreszeit schwillt besonders die Schicht zarten Zellgewebes beträchtlich an, welche die Bastschicht der Rinde von dem Ringe der Prosenchymbündel des Stengels trennt und welche wir die Bildungsschicht oder das Cambium nennen. Diese Schicht ist während der übrigen Jahreszeiten kaum bemerkbar, fast ganz verschwunden. Jetzt aber füllen sich die Zellen derselben mit reichlichen Säften, welche zur Erzeugung neuer Zellen geeignet sind. Die in großer Zahl neugebildeten Zellen stellen bald, nach Auflösung der Mutterzellen, ein äußerst kleinzelliges und zartes, wasserhelles Parenchym dar, dessen Zellen in einer äußerst lebendigen fortwährenden Theilung und somit Vermehrung begriffen sind. Dieses Cambium steht in unmittelbarer Verbindung mit dem bildungsfähigen Zellgewebe der Gipfelknospe, welches selber ein Cambium genannt zu werden verdient. Ebenso besteht die Axe jeder Seitenknospe aus solchem Cambium. In dem Zellgewebe der Bildungsschicht zwischen den Prosenchymbündeln und dem Baste bleiben bald gewisse Zellengruppen in Bezug auf die weitere Theilung und Vermehrung zurück; besonders durch horizontale Scheidewände theilen diese Zellen sich bald nicht mehr. Jedem Prosenchymbündel einerseits und jedem Bastbündel andererseits entspricht eine solche Zellengruppe. Schließlich bilden die einen dieser Zellengruppen, welche bald als langgestreckte Zellen erscheinen, sich an die Prosenchymbündel anschließend, neue Prosenchymbündel, die andern, sich an die Bastbündel anschließend, neue Bastbündel. Ueberall aber, wo die Bildungsschicht mit Markstrahlen in Berührung war, welche die Prosenchymbündel und die Bastbündel durchsetzen oder stellenweise gleichsam auseinander drängen, da bildet sich das neue Zellgewebe der Bildungsschicht als Parenchym aus, welches sich innigst an die älteren Markstrahlen anschließt. Die neugebildeten Bast- und Prosenchymbündel sind übrigens auch keineswegs ganz gleichmäßig und einfach, sondern enthalten stellenweise Parenchym, ganz von der Beschaffenheit der Markstrahlen, welches die einzelnen Theile der neugebildeten Prosenchymbündel und Bastbündel stellenweise gleichsam auseinander drängt und somit auch die Form der Markstrahlen (Fig. 134, r) wiederholt. Diese neugebildeten Markstrahlen unterscheiden sich von den früheren nur dadurch, daß sie von der Rinde nur bis gegen die früheren Prosenchymbündel, nicht aber durch diese hindurch bis ins Mark verlaufen. Die Zellen der Prosenchymbündel vermehren sich, wenn sie einmal gebildet sind, nicht mehr; sie dehnen sich nur in der Richtung der lebhaftesten Bewegung der Säfte, d. h. der Länge nach, allmählig stärker aus und nehmen dabei die zugespitzte Form an, vermittelst deren sie sich so innig ineinander zu fügen im Stande sind. Dabei schließen sich noch fortwährend neue Zellen aus dem sie zunächst umgebenden Parenchym, welches weit länger seine Entwicklungfähigkeit

beibehält, an sie an, so daß dadurch die Markstrahlen allmählig fast verdrängt werden. Der Ring der Prosenchymbündel ist nun ein zweifacher geworden, und da die äußersten Theile des erstjährigen Ringes eine viel größere Dichtigkeit und Festigkeit der Zellen besitzen, als die innersten Theile des neugebildeten Ringes, deren Zellen im Querschnitte eine weit beträchtlichere Oeffnung zeigen, so erkennt man im Sommer des zweiten Jahres auf einem Querschnitte schon mit bloßem Auge ganz deutlich eine Grenzlinie zwischen dem inneren und dem äußeren Ringe. Man nennt den Stengel der Pflanze nun einen Stamm. Die Prosenchymbündel geben durch ihre Länge, ihre Festigkeit und die eigenthümliche Art und Weise ihrer Ineinanderfügung dem Gewebe der Pflanze die Härte, Haltbarkeit und Zähigkeit, welche die Eigenschaften des Holzes bilden. Aus diesem Grunde kann man die Prosenchymbündel auch recht wohl geradezu Holzbündel, und die Ringe, welche sie darstellen, Holzringe nennen. Nur darf man nicht vergessen, daß auch die Markstrahlen einen wesentlichen und bedeutenden Theil des Holzes ausmachen. In dem jungen Stengel befanden sich in der ersten Zeit seiner Entwicklung nur wenige, vereinzelte Holzbündel, zwischen denen breite Markstrahlen sich befanden (Fig. 139). Allein mit der fortschreitenden Entwicklung des Stengels schalteten sich allmählig zwischen den ersten Holzbündeln neue ein, so daß sich die Zahl derselben und zugleich, weil jedes neue Holzbündel einen Markstrahl in zwei Hälften schied, die Zahl der Markstrahlen verdoppelte. Es folgte später eine neue Einschaltung; die eingeschalteten Bündel, welche in ganz bestimmtem Zusammenhange mit den am Stengel neu entwickelten Blättern stehen, treten aber mit den zu ihren beiden Seiten befindlichen Bündeln durch schief laufende Prosenchymzellen in Verbindung, und daraus muß der Umstand hervorgehen, daß die Markstrahlen nicht von unten bis oben ununterbrochen fortlaufen, sondern daß sie gleichsam die

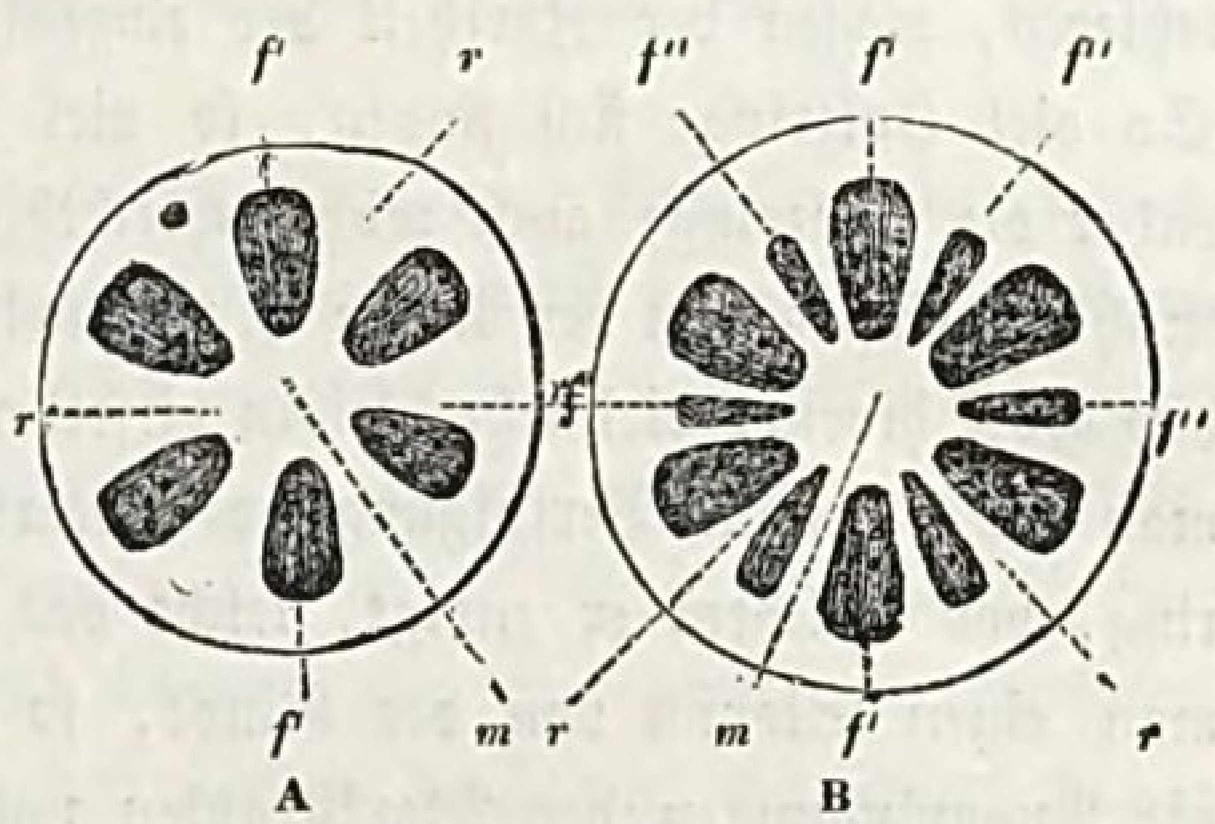


Fig. 139. Ideale Durchschnitte durch ganz junge Stengel, in vergrößertem Maßstabe. *

* **A** Erster Jugendzustand; **B** etwas späterer Entwicklungszustand; *m* Mark; *r* Markstrahlen; *f'* zuerst gebildete Prosenchymbündel; *f''* später eingeschaltete Bündel.

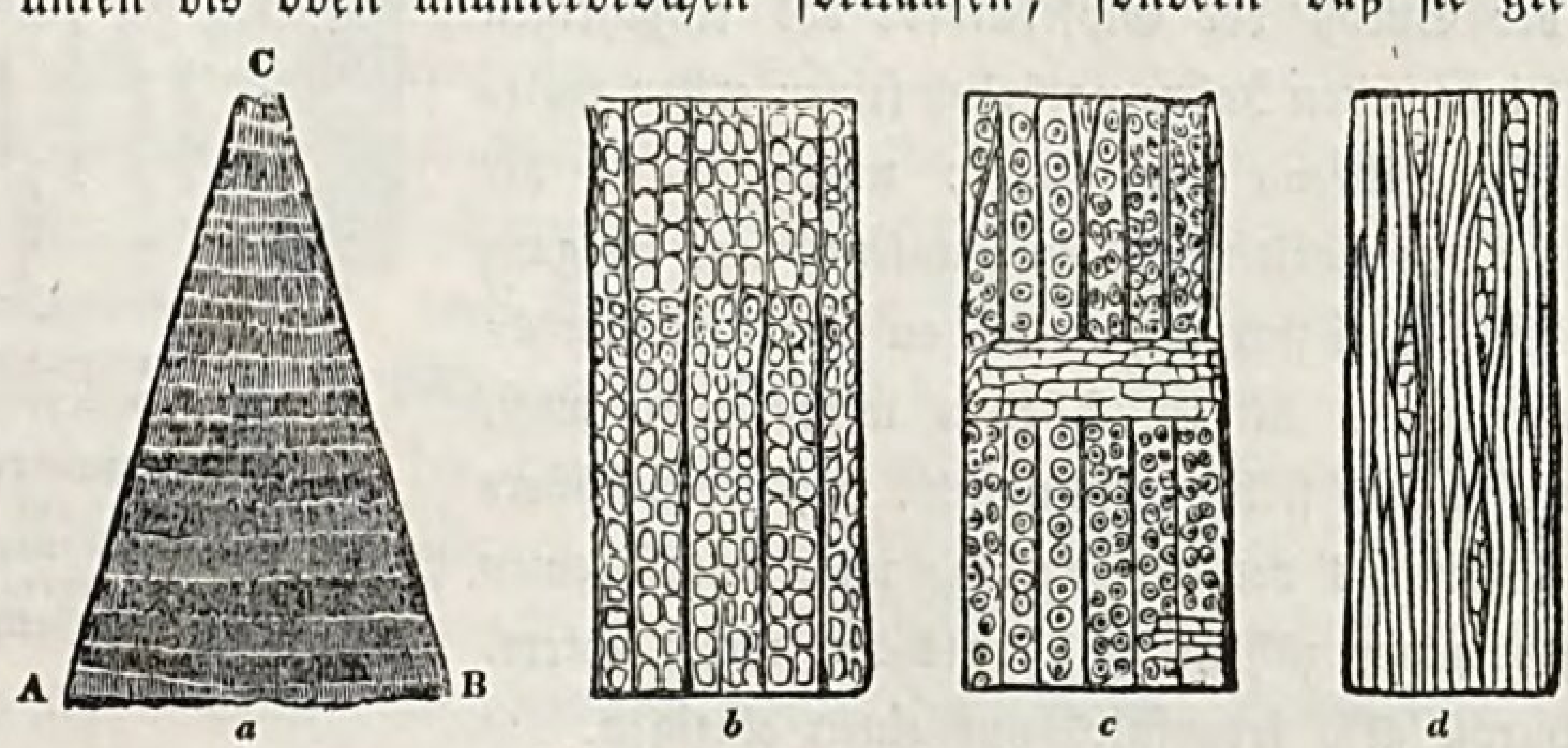


Fig. 140. Tannenholz. *

* *a* Durchschnitt durch ein Stück ohne Rinde eines Tannenstammes, welches nach den Markstrahlen gespalten ist; **A**, **B** jüngster Holzring; **C** Markscheide; man bemerkt deutlich die Holzringe, welche zwanzig Jahre zählen lassen; *b* ein Theil desselben Durchschnittes, in der Länge anderthalben Jahresringen entsprechend; man erkennt den Unterschied in der Weite der Zellen an der Gränze der beiden Jahresringe; die schwarzen Linien deuten die Markstrahlen an; *c* ein eben so großes Spänchen in der Richtung **B C** senkrecht abgespalten; man sieht die getüpfelten Prosenchymzellen, welche, da die Zeichnung nach einer anderen Tannenart gemacht ist, nicht, wie bei der gemeinen Tanne, eine Reihe von Tüpfeln, sondern deren zwei besitzen; Markstrahlen verdecken stellenweise die Prosenchymzellen; *d* ein eben so großes Splitterchen in der Richtung **BA** abgespalten; man sieht die Holzbündel und die Markstrahlen.

Zwischenräume eines Maschenwerkes ausfüllen, welches von den Holzbündeln gebildet wird (Fig. 140). Ganz ebenso verhalten sich die Markstrahlen im Verhältniß zu den Bastbündeln, deren Zahl ebenfalls vom Gipfel des Stengels her fortwährend zunimmt (Fig. 134, f). Das Parenchym der Rinde bleibt, wie die Markstrahlen, längere Zeit hindurch entwicklungsfähig und dehnt dadurch den Umfang der Rinde aus, welche ohne diese Ausdehnung von der neugebildeten Holzschicht auseinander gesprengt werden müßte. Die Schicht von Bastbündeln und Parenchym, welche sich während der Bildung des zweiten Holzringes vom Cambium aus an die entsprechenden Theile der Rinde anlegt, ist viel dünner, als die neugebildete Holzschicht. Nachdem die Entwicklung dieser neuen Schichten zu beiden Seiten des Cambium vollendet ist, erscheint das letztere wieder gerade so unbedeutend, ja nur mit Mühe wahrnehmbar, wie es vor Beginn des Frühlings war. Erst das folgende Frühjahr ruft in demselben ganz dieselben Vorgänge wiederholt hervor, und die Bildung eines neuen Holzringes und einer neuen Bastschicht ist die Folge davon. Es ist leicht begreiflich, daß man hienach das Alter eines Stammes leicht zu beurtheilen im Stande sein wird, wenn man die Holzringe oder die Bastschichten desselben zählt. Ersteres ist sehr leicht, letzteres, wegen der Zartheit der einzelnen Schichten, meistens ganz unausführbar. So viel Holzringe sich finden, so viel Jahre alt ist der Stamm, und man nennt daher die Holzringe auch wohl schlechthin Jahresringe (s. Fig. 131). Die Markstrahlen dringen von der Rinde her natürlich nur zum kleinen Theile bis zum Marke in das Holz hinein, vielmehr bleiben dieselben, je jünger sie sind, um so kürzer, so daß man durch genaue Verfolgung jedes Markstrahles, von der Rinde bis an den Jahresring, vor welchem er endigt, leicht das Alter eines jeden bestimmen kann. Entblößt man einen Stamm von der Rinde, so sieht man an der äußeren Fläche desselben die Ausmündungen der Markstrahlen und kann dieselben auf dem Querschnitte verfolgen. Auch sind es eben die Markstrahlen, welche die Richtung bestimmen, in welcher das Holz beim Austrocknen aufzureißen pflegt, und welche eben dieses Aufreißen sehr begünstigen (Fig. 141). Ebenso hangt von ihnen vorzüglich die Spaltbarkeit des Holzes ab.

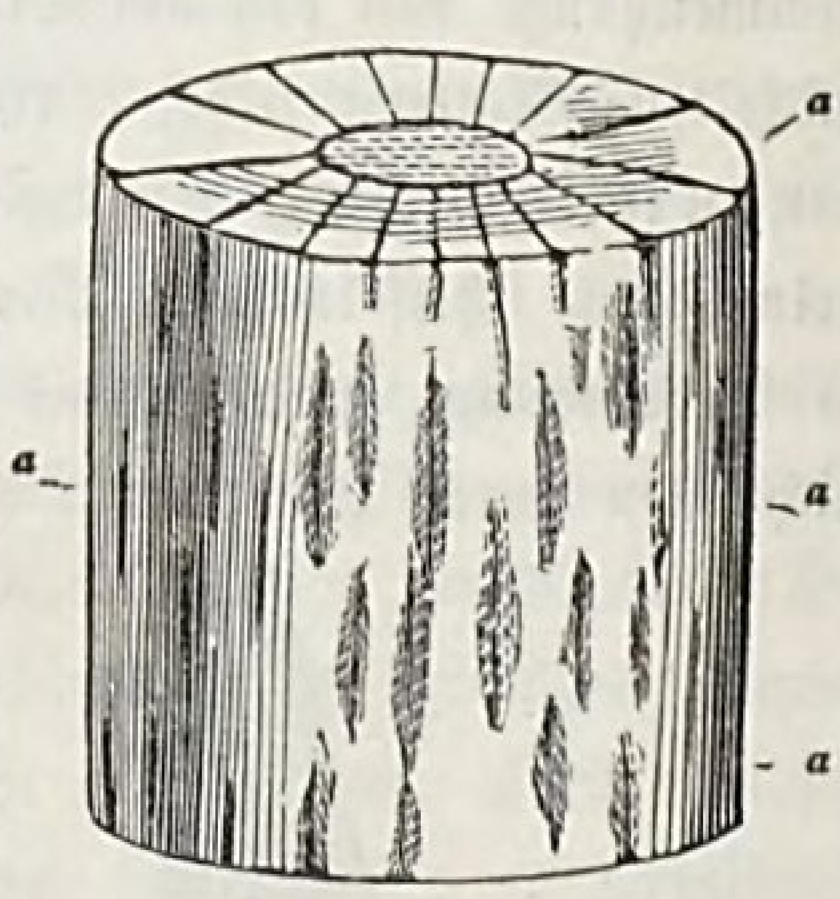


Fig. 141. Ein entrindeter Stamm, etwas vergrößert. *

* Man bemerkt auf dem Umfange die Markstrahlen, auf dem Querschnitte das Mark und die durch Austrocknung entstandenen Risse in der Richtung der Markstrahlen.

Da der Sproß der Gipfelknospe des einjährigen Pflänzchens im zweiten Jahre natürlich seinen ersten Holzring erzeugt, während der ältere, untere Theil der Pflanze schon den zweiten Holzring ansetzt, und da ganz diese nämliche Regel sich alljährlich an den beziehungsweise jüngeren und älteren Theilen wiederholen muß, so ist es darnach von selbst verständlich, daß jeder höhere Theil des Stammes der Reihenfolge nach immer einen Jahresring weniger zählen muß, als der nächst untere, der Gipfelsproß also jedenfalls nur einen einzigen.

Innerhalb des neu aus einer Achselknospe am Stamme entspringenden Zweigsprosses findet sich, ganz wie beim einjährigen Stengel, eine Markröhre, umgeben von einer aus Gefäßen gebildeten Markscheide und einem Ringe von Holzbündeln, welche ihrerseits wieder von einer Cambialschicht, einer Bastschicht, einer grünen Rindenschicht, einer farblosen Rindenschicht und einer Oberhaut umgeben sind. Das

Mark des Zweiges ist eine unmittelbare Fortsetzung des Markstrahles, welcher in der Blattachsel, aus welcher die Knospe des Zweiges entsprang, ausmündete. Mit jedem Jahre bekommt auch der Zweig eine neue Holzschicht und Rindenschicht, kurz, er verhält sich ganz, wie der Stamm selber, und die aus ihm entsprungenen Zweige zweiter, dritter Ordnung u. s. w. folgen immer den nämlichen Gesetzen. Ebenso die Zweige, welche im zweiten, dritten, vierten Jahre u. s. w. aus dem entsprechenden Gipfelsprosse entspringen. Die Holzringe der Zweige sind aber verhältnißmäßig dünner, als die des Stammes, und es nimmt daher die Dicke des Zweiges nicht in demselben Maße zu, wie die des Stammes, so daß viel jüngere Theile des Stammes gleichwohl weit dicker zu sein pflegen, als viel ältere Zweige. Dazu kommt, daß das Wachsthum des Zweiges nicht mit dem des Stammes ausdauert, sondern der Tannenzweig erreicht eine bestimmte äußerste Grenze seines Wachsthumes, in Folge dessen er stets sehr unbedeutend bleiben muß, im Vergleiche zum Stamme. Nach Erreichung dieser Grenze des Wachsthumes stirbt der Zweig ab und steht nadellos am Stamme, bis daß der Wind den morsch gewordenen abbricht oder ein Zufall ihn herabwirft. Dieses begrenzte Wachsthum ist abermals ein auffallendes und wichtiges Merkmal, durch welches sich der Tannenzweig mit dem Farren- und Cykadeenwedel vergleichen läßt, bei allen erheblichen Verschiedenheiten, welche zwischen beiderlei Zweigformen stattfinden.

Das Mark bleibt im Stamme, wie in den Zweigen, stets in seiner unveränderten Dicke; es ist daher, wenn es im einjährigen Sproß beträchtlich erscheint, in einem alten Stamme verhältnißmäßig sehr unbedeutend. Auch stirbt der untere Theil desselben allmählig ab, die Zellen erfüllen sich, indem die Säfte austrocknen, mit festen Stoffen, welche in den letzteren aufgelöst waren. Auch die Holzschichten sterben der Reihe nach allmählig ab. Man bemerkt an einer dunkleren Färbung, welche sie annehmen, daß sich Stoffe in den Zellen derselben abgelagert haben, welche dem neugebildeten Holze fehlen, und durch welche theils die Wandungen der älteren Zellen mehr und mehr verdickt und somit den in der Pflanze cirkulirenden Säften unzugänglich, theils die inneren Räume derselben ausgefüllt werden. Vorzugsweise ist es der verhärtete Rückstand des Harzsaftes, welcher die älteren Holzbündel erfüllt und bräunt. Man unterscheidet hienach die weicheren, saftreicheren, hellfarbigen Holzschichten, welche sich zunächst unter der Rinde befinden, von den härteren, festeren, dunkleren inneren Schichten. Erstere nennt man den Splint oder das Weißholz (alburnum), die letzteren Kernholz oder Hartholz (duramen). Nur das Kernholz ist zur Verarbeitung brauchbar; der Splint ist nicht nur unnütz, sondern sogar schädlich, weil derselbe leicht in Fäulniß übergeht und diese dann (Seite 565) sich leicht auch dem übrigen Holze mittheilt.

Die äußeren Schichten der Rinde befinden sich im Verhältniß zur Cambialschicht in einer ähnlichen Lage, wie die älteren Holzschichten. Sie werden mehr und mehr von derselben entfernt und sterben, die äußersten zuerst, allmählig ebenfalls ab, wobei dann noch obendrein die in ihren Zellen abgelagerten Stoffe mehr oder weniger in Fäulniß übergehen und die braune Färbung derselben bewirken. Die abgestorbenen Theile sind natürlich nicht mehr fähig, sich genügend auszudehnen, wie es die Bildung neuer Rinden- und Holzschichten im Innern erfordert, und in

Folge dessen reißen sie auf und blättern ab, indem einzelne Schichten rascher sich auflösen, als andere, und indem die abwechselnde Befeuchtung durch Regen und Ausdörrung durch den Sonnenschein die Masse veranlaßt, sich zusammenzuziehen und zu dehnen, und dadurch den Zusammenhang der Theilchen allmählig aufhebt. Der erste Anfang dieser Erscheinung zeigt sich sehr früh, indem nämlich kurz nach dem Abfallen der Nadeln die entsprechenden Wulste der Rinde, welche wir als an den Stengel oder Zweig gewachsene Blattstieltheile betrachtet haben, sich mit Fetzen der Oberhaut lostrennen, zusammenrollen und abfallen. Die Ueberreste der Knospendecken, welche man an dem Grunde mehrjähriger Zweige nicht selten noch als eine Hülle antrifft, aus deren Mitte der Zweig sichtbarlich hervorgegangen ist, fallen ebenso allmählig ab.

Es ist noch übrig, die Veränderungen anzuführen, welche die Wurzel des erstjährigen Stengels bei der Entwicklung des Tannenbaumes erleidet. Während bei den mit keiner Hauptwurzel versehenen Pflanzen, in der Regel jedem Blatte oder Zweige (Wedel) entsprechend, eine neue Hülfs- oder Adventivwurzel aus der Axe des Stengels oder Stockes entspringt, werden hier an deren Stelle Zweige der Hauptwurzel gebildet. Die Wurzel erhält ebenso, wie der Stamm, dessen unmittelbare Fortsetzung nach unten sie ist, mit jedem Jahre eine neue Holzschicht. Somit ist die Wurzel hier, von dem Ursprungspunkte der Pflanze ausgehend, wie der Stamm selber, gleichsam ein Gegenbild desselben. Der Stamm, abgesehen von dem Vorzuge, daß er mit jedem Jahre in seinem Umfange wächst, sowohl durch Anlagerung neuer Holzschichten, als auch durch das Fortsprossen der Zweige, besitzt nicht nur an einem Ende die Fähigkeit, fortzuwachsen, sondern an beiden entgegengesetzten. Es ist begreiflich, wie großen Einfluß auf die Entwicklungsfähigkeit einer Pflanze es haben muß, wenn dieselbe die Fähigkeit besitzt, in demselben Maße, als sie auf der einen Seite ihre entwicklungsfähigen Organe vervielfältigt, auf der andern Seite ihre Ernährungsorgane zu vermehren; und dieses ist die Bedeutung der Wurzel und zu diesem Zwecke gestaltet sie sich höchst abweichend von dem Stamme, mit welchem sie ursprünglich so nahe verwandt, ja gleicher Herkunft ist. Nie bilden sich an derselben Blätter oder ähnliche Organe, niemals Knospen mit Knospendecken. Unmittelbar bricht aus der Hauptaxe eine Nebenaxe hervor, welche sich zu ersterer verhält, wie ein Zweig zum Stamme, und ebenso verästeln sich diese Wurzelzweige wiederum. Jedoch geht alles dieses hier nicht mit solcher Regelmäßigkeit vor sich, wie beim Stamme. Die Hauptaxe kann, je nach den Umständen, welche der Boden des Standortes oder andere Zufälligkeiten mit sich führen, bald länger, bald kürzer erscheinen. Die Entwicklung derselben wird oft frühzeitig gehindert, und es treten dann die Zweige derselben an ihre Stelle und erreichen eine ungewöhnlich starke Ausdehnung, so daß es manchmal scheint, als ob unmittelbar aus dem Stamme mehrere Wurzeln entsprängen. Dasselbe gilt ebenso für die Nebenzweige und für die weiteren Verästelungen. Auch die Richtung der einzelnen Theile der Wurzel verräth nichts von der Regelmäßigkeit der Zweige. Im Allgemeinen ist die Länge ihrer einzelnen Theile sehr beträchtlich im Vergleich zur Dicke; äußerst biegsame und zähe, fadenförmige und peitschenartige Triebe laufen weit in den Boden hinein oder kriechen nahe unter der Oberfläche dahin, je nachdem sie von der Beschaffenheit des Erdreiches begünstigt werden. Immer zartere Nebentriebe entspringen aus den

stärkeren; haarförmige Büschel sind die letzten Verästelungen. Diese sind an ihrem Umfange mit zartwandigen, haarartig ausgedehnten Zellchen besetzt (Fig. 142), welche die Bodenfeuchtigkeit durch Endosmose in sich aufnehmen. Die Rinde der Wurzel ist in ihrem äußeren Umfange in einer beständigen Vermoderung begriffen und gibt dem Boden auf diese Weise immerfort einen Theil der von der Pflanze assimilirten Stoffe zurück.

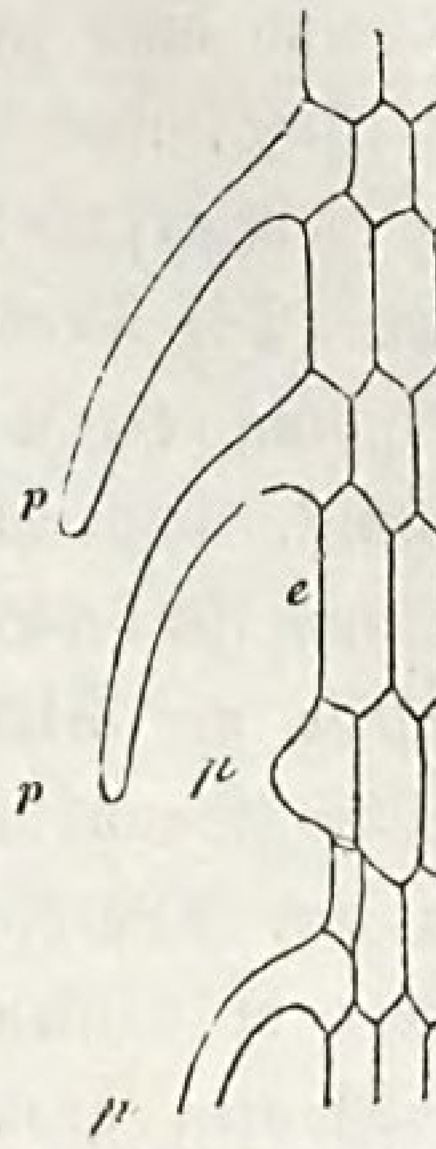


Fig. 142. Wurzelzellen.*

* Wir benutzen zur Erläuterung dieser im Pflanzenreiche sehr häufigen, fast allen Wurzeln zukommenden Einrichtung die Abbildung der äußeren Zellenschicht von einer jungen Wurzel der Krapppflanze (Isatis tinctoria); e Parenchymzellen; p Haarzellen in verschiedener Ausbildung.

Die Nahrung der Tanne besteht in der vom Regen und Thau herrührenden Bodenfeuchtigkeit. Diese enthält stets, wie wir wissen, Kohlensäure und Ammoniak, diese in Wasser sich auflösenden Bestandtheile der atmosphärischen Luft, welche von den atmosphärischen wässerigen Niederschlägen in geringer Menge aufgenommen und dem Boden zugeführt werden, und welche die allgemeine Nahrung aller Pflanzen bilden. Diese Nahrung findet die Tanne in jedem Boden. Freilich wird ihr dieselbe in größerer Menge dargeboten in einem von üppigem Moose bedeckten (Seite 639) oder von modernden thierischen und pflanzlichen Stoffen durchdrungenen, „humosen" Erdreiche; allein ganz fehlt dieselbe selbst in dem dürrsten Flugsande nicht, und da die Tanne weiterer Nahrung nicht bedarf, sondern außer dieser nur noch einige, in jedem Boden vorkommende, mineralische („unorganische") Stoffe aufnimmt, welche nach der Verbrennung ihrer verschiedenen Theile als Aschenbestandtheile zurückbleiben, so kann sie auch selbst auf solchem gedeihen. Ja, dieser lockere Boden hat, vermöge einer allgemeinen Eigenschaft aller porösen Körper, die Fähigkeit, Gase in sich zu verdichten, d. h. eine viel größere Menge gasartiger Stoffe in sich aufzunehmen, als man nach den Poren oder Zwischenräumchen zwischen den Theilen solcher Körper, in diesem Falle zwischen den Sandkörnchen, erwarten möchte. So ist ein solcher Boden, ganz abgesehen von dem, was der Regen ihm noch obendrein zuführt, eine reiche Vorrathskammer solcher Gase, welche die atmosphärische Luft enthält. Aus diesen Substanzen, aus der Kohlensäure und dem Ammoniak, bereiten die Zellen der Wurzel bei der Tanne ebenso, wie bei allen andern vollkommeneren Pflanzen, solche Mischungen, welche zur Ernährung und Vermehrung der Pflanzenzellen dienen können. Eine dextrinhaltige Flüssigkeit steigt, von Zelle zu Zelle sich mittheilend, in der Pflanze empor, immer nach den Gesetzen der Endosmose und Exosmose diejenigen Zellen aufsuchend, welche Lösungen von anderer Beschaffenheit, zumal solche von größerer Dichtigkeit enthalten. Die Blätter und alle blattartigen Theile der Pflanze geben durch fortwährende Verdunstung stets eine große Menge Wasser von sich, und die in ihren Zellen enthaltenen Säfte erleiden somit eine fortwährende Eindickung, welche zur Verwelkung und endlich zur Vertrocknung führt, sobald der Zudrang neuer dünnerer Lösungen aufhört. Diese Zellen berauben daher stets die ihnen zunächst gelegenen ihrer wässerigen Flüssigkeiten und veranlassen diese dadurch, auf die weiter folgenden ebenso zu wirken. Diesem Zuge folgt der in den Wurzeln aufsteigende äußerst dünnflüssige Saft. Welchen Weg derselbe befolgt, darüber ist völlige Gewißheit noch keineswegs erlangt; indeß scheint er alle Gewebe der Pflanze gleich-

mäßig zu durchdringen, selbst auch die Gefäße, welchen man früher glaubte die Bedeutung zuschreiben zu dürfen, welche den Adern im Körper der Thiere zukommt, während man jetzt weiß, daß dieselben nach ihrer vollen Ausbildung in der Regel mit Luft, nur ausnahmsweise mit Säften gefüllt, freilich aber unter dem Einflusse der vorherrschenden Richtung der Saftmittheilung in der Pflanze gebildet worden sind. Die Prosenchymzellen, ähnlich, wie die Gefäße, unter dem Einflusse der Richtung der Säfte entstanden, und denselben bis auf einen kleinen Schritt nahe stehend, sind vorzüglich geeignet, die Bewegung des Saftes durch raschere Mittheilung zu beschleunigen, und können somit schnell alle Organe der Pflanze mit der Quelle der Flüssigkeit in Verbindung setzen und denselben Vorräthe überliefern, welche sodann durch das übrige Zellgewebe von ihnen aus weiter vertheilt werden. In den Geweben findet der Saft aufsteigend fast überall Substanzen, welche entweder in Säften eingedickt oder gar ungelöst abgelagert sind, und er löst diese Substanzen großentheils auf seinem Wege, so daß seine Dichtigkeit zunimmt, je weiter er fortschreitet, wie man dies durch Abschneiden von Bäumen oder Zweigen in verschiedenen Höhen über der Erde im Frühlinge während der heftigsten Saftandrangsperiode an dem aus der Wunde ausfließenden Safte prüfen kann. Mit reichlichen Nahrungsstoffen beladen, dringt der Saft in die Blätter. Hier kommt derselbe in Berührung mit den durch die Stomate eingedrungenen und in den Luftlücken und den zahlreichen anderen Poren, den Interzellularräumchen des Gewebes, verdichteten Gasen, insbesondere mit der Kohlensäure. Diese wird von der in den Zellen enthaltenen Flüssigkeit begierig aufgenommen, wahrscheinlich in Folge besonderer chemischer Eigenschaften von Mischungen, welche sich nunmehr im Safte gebildet haben. Es gehen neue Mischungen vor sich, in welche der Kohlenstoff der eingesogenen Kohlensäure mit eingeht, der somit gebunden wird, während der Sauerstoff abgeschieden und ausgehaucht wird; ja, die Menge des ausgehauchten Sauerstoffes ist so groß, daß jedenfalls auch aus dem Sauerstoffgehalte der Saftbestandtheile selbst noch ein Zuschuß zu demselben gegeben werden muß. Reicher an Kohlenstoff und an Wasserstoff — letzterer wahrscheinlich aus einer Zerlegung von Wasser herrührend, welche eben zur Abscheidung von Sauerstoff führte — sammeln sich die umgeänderten Säfte in den Interzellularräumen und fließen in diesen abwärts. Aus dem Blattstiele herabsteigend, lagern sie, auf dem Scheidewege zwischen Holzsystem und Rindensystem, um den Grund desselben Nahrungsstoffe in den Zellen ab, welche geeignet sind, die Achselknospe für ihre spätere Entwicklung zu befähigen, durchdringen großentheils die Markstrahlen und Prosenchymbündel des Holzes, in denen sie Substanzen zurücklassen, erfüllen zumal die Stränge harzführender Zellen in den Prosenchymbündeln und sinken in den Harzgängen der Rinde hinab, der Wurzel zu, um theils in der Rinde des Stammes, theils in dem Holze desselben und in der Wurzel, welche sie gänzlich durchdringen, einzutrocknen oder ihrer Auflösung entgegenzugehen. In der Rinde bildet sich dabei eine reichliche Menge von Tannin oder Gerbsäure, weßhalb die Tannenrinde zum Gerben benutzt werden kann.

Aus den Harzgängen der Tanne fließt, zu Zeiten freiwillig hervordringend, bei jeder Verwundung der Rinde aber reichlich hervorquellend, der bekannte klebrige Harzsaft, welcher gemeiniglich Terpentin genannt wird. Derselbe ist ein Gemenge

verschiedener Substanzen, von denen der hauptsächlichste, das Harz, sich vermittelst eines flüchtigen Oeles, des Terpentinöles, in aufgelöstem Zustande befindet. Wir hatten schon öfter Gelegenheit, flüchtige oder ätherische Oele zu erwähnen. Solche sind im Pflanzenreiche sehr häufig; sie sind die Ursache der tausendfachen Wohlgerüche, der nervenerregenden und oft schädlichen, betäubenden Düfte, welche von Hölzern, von Blättern, von Blumen verbreitet werden. Allein man begreift unter dieser gemeinsamen Benennung sehr verschiedenartige Substanzen, theils nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehende, welche dann „zweielementige oder sauerstofffreie“ genannt werden, theils „sauerstoffhaltige, dreielementige,“ theils endlich „schwefelhaltige,“ d. h. solche, welche aus Kohlenstoff und Wasserstoff nebst wenigem Schwefel, und dazu bald mit, bald ohne Stickstoff gemischt sind. Alle sind durch starkes Vorherrschen des Wasserstoffes charakterisirt und tragen ihren Namen aus dem Grunde, daß sie sehr leicht verdunsten und sich der Luft mittheilen, d. h. verflüchtigen. Das Terpentinöl gehört zu den ersteren, indem seine Zusammensetzung durch die Formel $C^{10} H^{16}$ ausgedrückt wird. Dasselbe wird in den Blättern der Tanne erzeugt, wie das Harz selber, mit welchem es in sehr nahen Beziehungen steht, indem es sich sehr leicht in solches umwandeln kann. Da nämlich die Mischung des Harzes der Formel $C^{10} H^{15} O$ entspricht, so braucht das Terpentinöl nur eine Verhältnißmenge von Wasserstoff abzugeben und eine Verhältnißmenge von Sauerstoff aufzunehmen, um selber Harz zu werden. Einer solchen Umwandlung des Terpentinöles scheint wirklich das Harz seine Entstehung zu verdanken. Läßt man Terpentinöl in Berührung mit der Luft längere Zeit in einem bedeckten Gefäße stehen, wo die Verflüchtigung desselben nur in geringem Grade stattfinden kann, so geht dasselbe in Harz über; der Vorgang dabei ist der, daß eine Verhältnißmenge des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffes mit einer Verhältnißmenge von Wasserstoff zusammentritt, und Wasser bildet, welches verdunstet, und eine andere Verhältnißmenge von Sauerstoff in die Mischung des Rückstandes eingeht. Wenn man nach einiger Zeit versucht, das Terpentinöl zu verdunsten, welches man durch Erwärmung leicht bewirkt, so bemerkt man, daß nur noch ein Theil des Inhaltes des Gefäßes sich wirklich verflüchtigt, der Rest aber als zähflüssiges Harz zurückbleibt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß eine solche Umwandlung auch innerhalb der Harzgänge in der Tanne vor sich geht und in Folge derselben die Menge des Harzes stets gegen die des Terpentinöles zunimmt. Zum Theil muß sich daher das Harz, wenn es aus Mangel an lösendem Oele zu dickflüssig wird, schon in den Zellen und Zwischenräumen des Holzes ablagern, wie man dieses ja in Tannenbrettern so oft wahrnehmen kann. Wenn der Harzsaft aus den Rissen der Rinde hervorbricht und an die freie Luft gelangt, so erstarrt derselbe völlig, indem das Terpentinöl sich theils verflüchtigt, theils umwandelt. Von solcher Verflüchtigung rührt der bekannte starke Duft der Tannenwälder her, welcher außerdem von dem Holze, besonders aber den Zweigen und Blättern der Tanne, in so hohem Grade verbreitet wird. Die Harze, deren die verschiedenen zapfentragenden Gewächse manche eigenthümliche, übrigens in den Mischungsverhältnissen wenig vom Tannenharze abweichende Arten enthalten, wie das Geigenharz oder Kalophonium, Dammarharz, Sandarakharz u. s. w., haben die Fähigkeit, sich außerordentlich lange ohne Veränderung ihrer Mischung zu erhalten, d. h. der Fäulniß zu wider-

stehen. Man benutzt dieselben daher so allgemein als Ueberzug (Theer, Firniß) von solchen Gegenständen, welche man gegen Fäulniß sichern will.

Die Zubereitung assimilirter Substanzen geht innerhalb der Blätter nur unter dem anregenden Einflusse des Sonnenlichtes vor sich; auch ist stets eine gewisse Temperatur zu diesen chemischen Mischungen und Entmischungen erforderlich. Sobald diese Temperatur mangelt, tritt ein Stillstand ein. Jedoch sind noch keineswegs alle Bedingungen gehörig aufgeklärt, welche das plötzlich kräftig beginnende Wachsthum im Frühling, den allmähligen Stillstand im Sommer, die völlige Ruhe im Herbste und Winter hervorrufen. Allerdings ist das Wachsthum in günstigen, warmen, sonnigen Jahren weit stärker als in kalten, nebeligen; man findet davon Beweise in allen Theilen des Baumes; denn nicht allein sind die jährigen Sprossen, welche sich in einem solchen Jahre entwickeln, stärker und länger, selbst die Nadelblätter üppiger und länger, sondern auch die Holzschicht derselben Periode ist weit dicker, so daß man mit voller Sicherheit auf einem Querschnitte des Stammes nach der geringeren oder beträchtlicheren Dicke der Jahresringe dem Witterungscharakter eines jeden entsprechenden Jahres nachrechnen kann. Ja, der Einfluß des Lichtes und der Wärme auf die Pflanze ist so groß, daß jedesmal an der gegen Süden gerichteten sogenannten „Sommerseite“ eines Stammes die sämmtlichen Jahresringe stärker sind, als an der „Winterseite,“ sei es nun, daß an dieser Seite innerhalb des Stammes selber unter Begünstigung obiger Einflüsse die Vermehrungsfähigkeit der Zellen lebhafter war, oder, da dieses, wegen der völligen Undurchdringlichkeit der Rinde für das Licht und selbst fast gänzlicher Unfähigkeit derselben, die Wärme zu leiten und somit dem Innern des Stammes mitzutheilen, sehr unwahrscheinlich ist, sei es, daß die Verarbeitung der Säfte in den Blättern der begünstigten Zweige so viel rascher und reger geschieht und dadurch eine reichlichere Nahrung mit dem absteigenden Safte den unter dem Ursprunge dieser Zweige befindlichen Theilen des Baumes zugeführt wird. Man kann durch die Form der Jahresringe an einem Stamme stets mit Sicherheit nachweisen, welche Seite des Stammes der Sonne vorzugsweise ausgesetzt war.

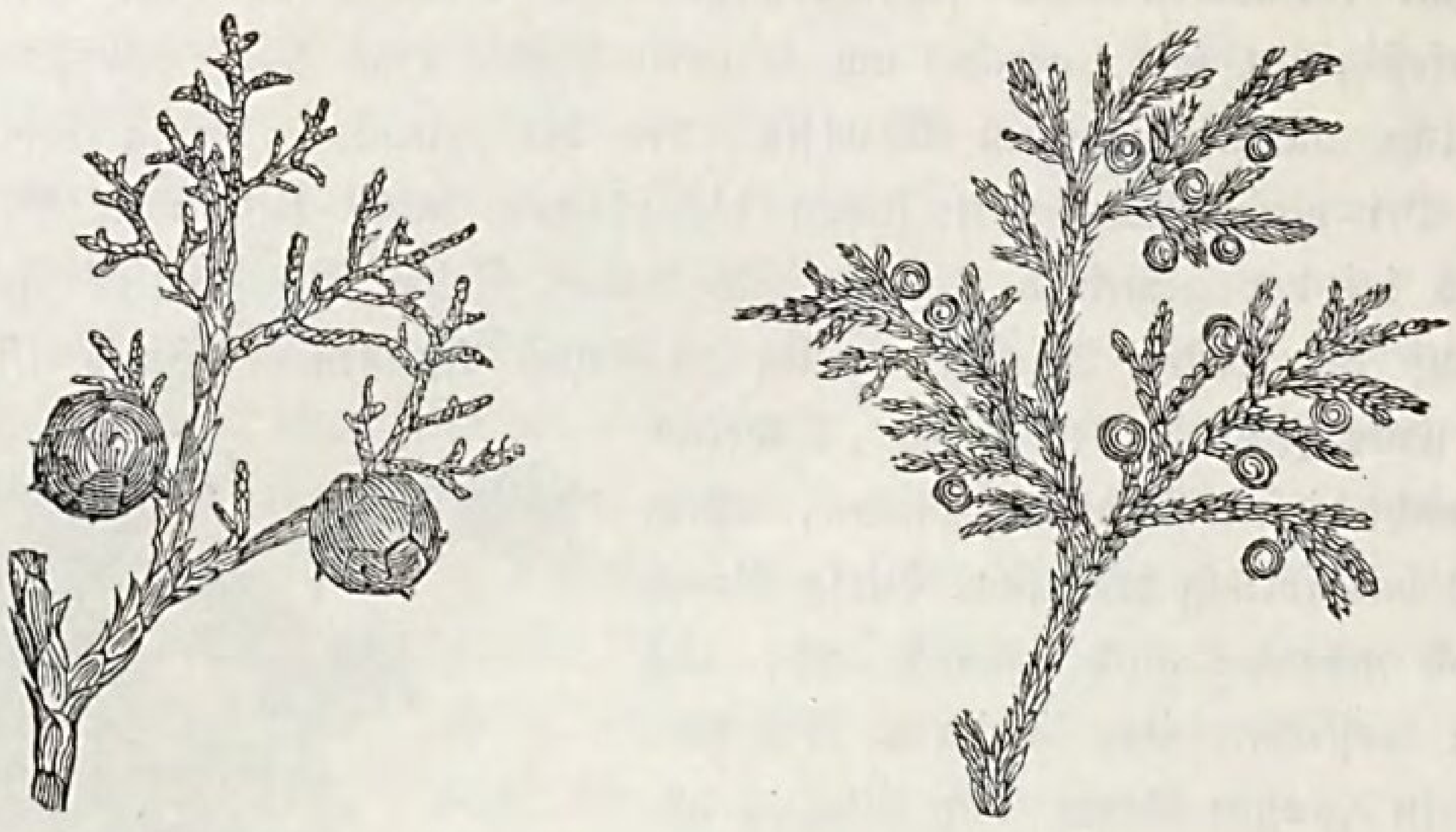
Die in Obigem gegebenen Andeutungen über den Vorgang der Ernährung der Pflanze durch aufgesogene Nahrungsflüssigkeit, der Umänderungen der chemischen Mischung dieser Flüssigkeit und über den Weg der mehr oder minder zubereiteten oder unbrauchbar gewordenen Säfte, müssen leider bislang noch sehr undeutlich und unsicher bleiben. Weniges weiß man mit Gewißheit, das Meiste wird von verschiedenen Seiten sehr verschieden gedeutet, und über sehr Vieles sind wir noch weit entfernt, mehr als Vermuthungen machen zu können. So, um nur eines Beispieles zu erwähnen, ist noch Niemand im Stande, die Erscheinung zu erklären, daß die von abgesägten Tannen stehen gebliebenen unteren Stammstücke, welchen also Zweige und Blätter völlig fehlen, eine lebhafte Bildung neuer Zellen in ihrem Cambium wahrnehmen lassen, indem sich zwischen Rinde und Holz ein neuer Holzring bildet, welcher sich sogar über die Schnittfläche erhebt und dieselbe zum Theil überdeckt, eine Erscheinung, die man mit dem Ausdrucke des „Ueberwallens“ der Tannenstöcke bezeichnet und nur auf eine sehr gesuchte Weise durch eine unterirdische Zusammenwachsung der Wurzeln des abgesägten Baumes mit denen eines lebendig gebliebenen Baumes hat erklären wollen.

In den beispielsweise an der gemeinen Tanne dargestellten Vegetationsverhältnissen stimmen sehr viele Nadelbäume, bis auf geringe Abweichungen in der Form, ganz mit dem genannten Baume überein. So z. B. die sogenannte Edel- oder Weißtanne (Pinus picea *L*; P. abies Duroi; Abies pectinata Decandolle), welche sich nur dadurch auszeichnet, daß die Nadeln derselben ungestielt sind, d. h. anstatt vermittelst eines fadenförmigen Blatstielchens an dem Stengel oder Zweige befestigt zu sein, gerade am unteren Theile eine kleine Anschwellung besitzen, welche unmittelbar dem Wulste, der hier ziemlich wenig bemerkbar ist, anliegt. Bei dieser Tannenart stehen die platten, nicht stechenden Blätter noch mehr, als bei der gemeinen Tanne nach beiden Seiten der Zweige gerichtet, so daß sie auf den ersten Blick zweizeilig zu stehen scheinen. Ebenso ist es beim Eibenbaume (Fig. 143), dessen „Nadeln" durchaus nicht diesen Namen verdienen, indem sie ziemlich bandförmig breit sind. Dieser Baum zeichnet sich nebenbei auch dadurch aus, daß die Rinde desselben ihre äußeren Schichten periodisch in großen Fetzen und Platten abwirft und daher immer dünn und glatt erscheint. Auch die Wachholder (Juniperus) haben ganz ähnliche Vegetationsverhältnisse und höchst spitzige, ungestielte Blätter, deren ziemlich breiter parenchymatischer Saum zu beiden Seiten des Gefäßbündels, welches eine kielartige Mittelrippe darstellt, aufwärts gebogen ist, so daß die Blätter rinnenförmig erscheinen. Die Araucarien oder Andestannen (Araucaria), die Stellvertreter unserer europäischen Tannen in den Wäldern Südamerika's, zeichnen sich durch sehr eigenthümliche Blattformen aus. Bei einigen derselben sind die Nadeln äußerst schmal, dagegen sehr dick, so daß sie nach oben und unten eine scharfe Kante haben (Araucaria excelsa); bei andern dagegen sind sie sehr breit, theilweise halb so breit als lang und mit ihrem breiten Grunde ganz am Stamme oder an den Zweigen befestigt (imbricata). Hier haben sie dann mit „Nadeln" gar keine Aehnlichkeit. Diese Blätter der Araucarien lösen sich auch gar nicht von der Rinde der Zweige ab, sondern hangen noch vertrocknet als lederige braune Schuppen an denselben, bis sie mit der Rinde selbst abgeworfen werden. Die Blätter der Cuminghamien (Cuminghamia) und des Gingkobaumes (Gingko s. Salisburya biloba) ähneln vollkommen der Form gewöhnlicher Laubblätter, indem sie zu breiten, selbst lappigen Platten ausgebreitet sind, in denen sich die Gefäßbündel gabelig verästelt finden. Die Wachholder sowohl, als die Araucarien, weichen in der Bildung der Knospen wesentlich von den Tannen ab; indem bei diesen die braunen Knospendecken gänzlich fehlen, die Knospen vielmehr aus ganz kurz zusammengedrängten grünen Blätterbüschelchen bestehen, deren Blätter sich nur durch verhältnißmäßig auffallende Kürze auszeichnen. Die Wachholder tragen fast in jeder Blattachsel eine ausgebildete Knospe; jedoch entwickeln diese sich nicht alle zu wirklichen Zweigen; sondern viele fallen verdorrend ab. Auf jedem Umgange um den Stengel findet man sechs Blätter, und von diesen stehen immer je drei sehr nahe beisammen, fast genau auf gleicher Höhe des Stengels, während bis zu den nächsten dreien, welche mit den ersteren



Fig. 143. Zweige des Eibenbaumes (Taxus baccata). 1/3 d. nat. Gr.

in der Stellung abwechseln, ein beträchtlicher Zwischenraum bleibt. So bilden allemal drei Blätter einen dreistrahligen Quirl um den Stengel. Dieselben neigen sich nach Entwicklung der Achselknospen rücklings, so daß ihre Unterseite mit dem Stengel einen spitzen Winkel bildet. — Sehr eigenthümlich sind die Blätter der Lebensbäume (Thuja) und der Cypressen (Fig. 144); dieselben ahmen die



a b

Fig. 144. Zweige von Cypressen. *

* *a* Die immergrüne Cypresse oder der Todtenbaum (Cupressus sempervirens).
b Die weiße Cypresse (C. thyoides).

Form der Blätter mancher Araucarien in kleinerem Maßstabe nach, indem sie als dreieckige, kurze, lederartige Schuppen an den Stengel und die Zweige mit einer breiten Basis angewachsen sind. Sie liegen immer eng an den Theil, aus welchem sie entsprungen sind, angedrückt und bedecken diesen, indem sie dachziegelig auf einander übergreifen. Anstatt eines am Stengel herablaufenden Wulstes sieht man hier die unmittelbare Fortsetzung des ganzen Blattes in voller Breite am Stengel sich abwärts erstrecken. Durch die in spitzem Winkel steil am Stamme aufsteigenden Zweige hat die gemeine Cypresse eine sehr schlanke, der Alleepappel ähnliche Tracht. Die Lebensbäume tragen sehr regelmäßig die Blattschuppen paarweise in gleicher Höhe einander gegenüberstehend am Umfange der Axe, und die Paare wechseln so miteinander ab, daß ihre Richtungen sich allemal kreuzen und also beide Blätter des dritten Paares immer genau wieder über denen des ersten Paares stehen. Allemal bleiben nun alle Paare einer Richtung ohne Achselknospen, während alle sämmtlichen Paare der andern Richtung Achselknospen entwickeln. Die aus diesen entspringenden Zweige stehen folglich zweizeilig; aus ihnen aber entspringen wiederum ganz nach derselben Regel Nebenzweige, und die aus diesen entwickelten Unterzweige folgen dem nämlichen Gesetze. So breitet sich das Ganze eines solchen Zweiges mit seinen Seiten-, Neben- und Unterzweigen in derselben Ebene aus, und es entsteht eine Zweigform, welche so sehr an die Regelmäßigkeit und Gestalt der Laubfarrenwedel erinnert, daß von dem, welcher nicht als Botaniker nach der Entwicklungsweise Blätter und Zweige zu unterscheiden vermag, die Zweige des Lebensbaumes leicht, wie die Farrenwedel, als Blätter angesehen werden könnten. Bei dem abendländischen Lebensbaume (Thuja occidentalis) stehen diese Zweige horizontal, bei dem morgenländischen (Th. orientalis) dagegen senkrecht (vertikal).

Eine erhebliche Abweichung von allen vorhergenannten Bäumen bieten, jedoch

hauptsächlich nur in der Anordnung der Blätter, die Föhren oder Fichten und Pinien, die Weymouthskiefern und Zürbelkiefern oder Arven, sowie die Lärchen und Cedern dar. Bei allen diesen entwickeln sich an den hervorsprossenden Stengeln und Zweigen unmittelbar, anstatt der Nadeln oder Blätter, nur kleine braune knospendeckenähnliche lederige oder gar holzige, lang zugespitzte Schuppen. Aber aus den Achseln aller dieser Schuppen, welche hier wirklich die Stelle der Blätter vertreten und wie diese später mit Zurücklassung eines, hier breiten, lederartigen, Wulstes am Stengel abfallen, entspringen schon, während der Stengel oder Zweig sich in die Länge ausdehnt, Achselknospen. Diese Achselknospen sind mit hautartigen Blättchen, wirklichen braunen Knospendecken, versehen, allein aus der Mitte derselben schieben sich mehrere sehr lange und schmale Nadelblätter hervor. Die Axe dieser Achselknospen verlängert sich dabei gar nicht bemerkbar, und so scheint es auf den ersten Blick, als ob unmittelbar aus dem Stengel oder Zweige die Nadeln büschelweise hervorbrechen. Unsere gemeine Föhre (Fig. 145) trägt auf diese Weise allemal in der Achsel einer lederartigen, an den Stengel gewachsenen Blattschuppe, ein Büschelchen von zwei langen Nadeln (welche sich noch dadurch auszeichnen, daß zwei Gefäßbündel neben einander durch dieselben verlaufen), die an ihrem Grunde von den hautartigen Knospendecken wie mit einer Scheide umhüllt sind. Innerhalb einer solchen Scheide findet man eine äußerst kurze Axe, um welche die Deckblättchen, nebst den beiden Nadeln, in spiraliger Anordnung dicht gedrängt zusammenstehen; die beiden Nadeln stehen unmittelbar neben dem Gipfel dieser Axe, welcher nur mit Mühe zwischen ihren Befestigungspunkten als ein winziges Zellenhäufchen entdeckt wird und gleichsam von ihnen erdrückt erscheint, während die zwei Nadeln selbst sich um so mehr verlängert haben. Man könnte glauben, die Axe selbst habe sich durch eine Gabelung in Form der beiden Nadeln verlängert; doch ist dies nur in so fern der Fall, als die beiden Seitenorgane sich, mit Unterdrückung der Gipfelzellen der Axe, gleichsam an die Stelle dieser letzteren gesetzt haben. Diese Nadeln fallen nebst ihrer ganzen Achselknospe schon im zweiten, dritten oder höchstens vierten Jahre völlig ab, ganz wie die nicht zu Zweigen entwickelten zahlreichen Achselknospen des Wachholders. Nur auf dem Gipfel des Stengels oder Zweiges bilden sich einige entwicklungsfähigere Knospen, nämlich am Schlusse jeder Wachsthumsperiode eine starke Gipfelknospe, neben welcher zwei, seltener drei oder vier Seitenknospen stehen. Diese sind mit einer sehr großen Menge von hautigen Knospendecken umhüllt und haben ganz die Form der Tannenknospen, nur in größerem Maßstabe. Harzsaft, welcher von diesen Knospendecken ausgeschwitzt wird, leimt sie gleichsam zusammen und schützt die eingeschlossene entwicklungsfähige und zarte Axe vor Nässe und Kälte. Im nächsten Frühlinge entsproßt dann jeder solchen Knospe ein Stengel oder Zweig, welcher wieder sogleich mit zahlreichen nadelerzeugenden Achselknöspchen

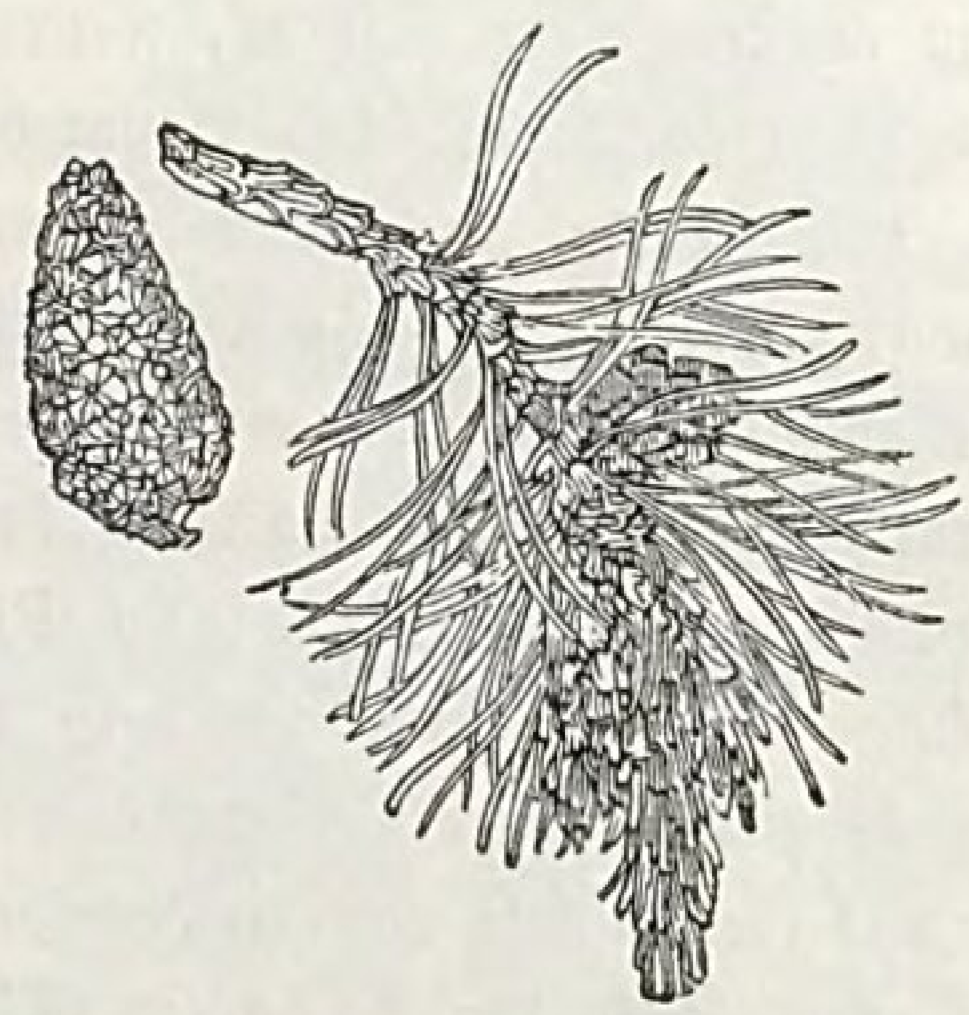


Fig. 145. Der Zweig einer Föhre (Pinus sylvestris) ½ d. nat. Gr.

besetzt ist, aus denen, mit ihm selber gleichzeitig, die Nadeln hervortreten. Jeder mit Nadelbüscheln besetzte Stengel- oder Zweigsproß gleicht einem, je nach der Ueppigkeit des Wachsthumes 1 bis 8 Zoll langen, Wedel und ähnelt dem Wedel mancher Schafthalme. Die Nadeln haben in Folge des aus denselben ausschwitzenden Harzsaftes, welcher eintrocknend eine Menge mikroskopisch feiner Harzkörnchen auf denselben zurückläßt, eine blaugrüne oder grauliche Farbe. Der Wuchs der Föhre ist in der Jugend kaum minder regelmäßig, als bei der Tanne; auch hier breiten die Nebenzweige der vom Stamme entspringenden Zweige sich nach beiden Seiten aus, und ihre Verästelungen befolgen dieselbe Richtung. Jedoch kann eine Störung dieser Regelmäßigkeit hier viel auffallender werden, da die Zahl der entwicklungsfähigen Knospen unregelmäßiger ist. Manchmal erhält sich die Form des Baumes bis zu hohem Alter in vollster Regelmäßigkeit; allein meistens wird die Entwicklungsfähigkeit des Gipfelsprosses des Stammes früher oder später unterdrückt, indem die nächst benachbarten Zweige denselben überholen, worauf der Gipfelsproß dann meistens ganz aufhört, weiter zu wachsen, während die Zweige in der Dicke beträchtlich zunehmen. Der Baum hat dann ein ganz verändertes Ansehen (Fig. 146), wie man es bei der Tanne niemals findet. Ebenso nehmen die Pinien (Pinus pinea), welche mit den Föhren in Betreff der Nadeln übereinstimmen, im Alter eine ähnliche, wegen der prachtvollen schirmartigen Ausbreitung der Zweige berühmte Form an. Die Weymouthskiefern (Pinus strobus) und Zürbelkiefern (Pinus cembra) zeichnen sich nur dadurch vor jenen besonders aus, daß sie aus einer jeden Nadelknospe immer fünf Nadeln entwickeln und die Knospendecken völlig abwerfen. Bei den Lärchen (Fig. 147) und Cedern (Fig. 148) sind die jungen Triebe, sowohl der Stengel, als auch der Zweige, mit

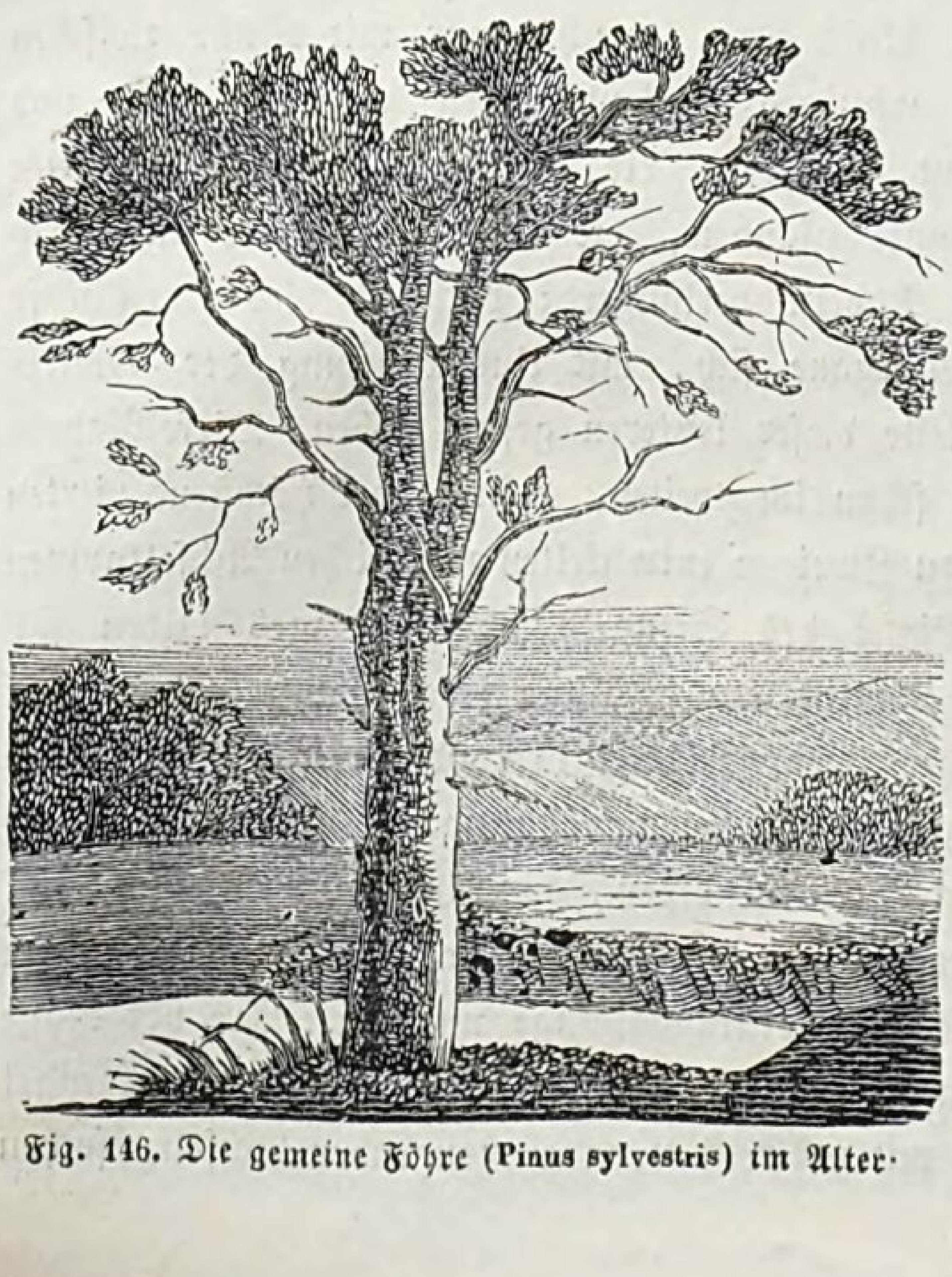


Fig. 146. Die gemeine Föhre (Pinus sylvestris) im Alter.



Fig. 147. Ein Zweig des Lärchenbaumes (Larix europaea). 1/3 d. nat. Gr.



Fig. 148. Zweige der Ceder vom Libanon (Larix cedrus). 1/4 d. nat. Gr.

einfachen Blättern besetzt, welche zwar sehr schmal, aber doch nicht nadelartig, sondern sehr dünn, platt und biegsam sind. In den Achseln vieler von diesen Blättern, welche letztere nur einen Sommer hindurch dauern und im Herbste, wie die Blätter unserer Laubbäume, abfallen, entwickeln sich Knospen, welche, mit braunen Knospendecken umhüllt, bis zum nächsten Frühlinge ruhen. Dann aber bricht aus denselben, ohne daß die Axe sich zu einem Zweige verlängert, ein Büschel von 20 bis 40 grünen, platten Fäden gleichenden Nadelblättchen hervor, welche in dicht gedrängten Spiralreihen um die kurze Axe der Knospe stehen. Aus der Mitte dieses Nadelbüschels entwickelt sich eine neue mit Knospendecken umgebene Knospe, welche, nachdem die Blätter abgefallen sind, als der Gipfel des noch immer knospenartig kurzen Zweigleins erscheint. Im zweiten Frühlinge entwickelt sich aus dieser Knospe wieder zunächst ein Nadelbüschel, welcher, da die Knospendecken bei der Lärche im Frühling allemal abgeworfen werden, unmittelbar innerhalb des auseinander gedrängten Narbenkreises des erstjährigen Blätterbüschels steht. Aber nun verlängert sich, aus der Mitte dieses neuen Blätterbüschels hervorbrechend, die Axe der Knospe plötzlich rasch zu einem Zweigsprosse und steht dann bis zum Herbste als ein, mit vereinzelten Blättern in spiraliger Anordnung besetzter und in den Achseln vieler derselben braune Knöspchen für das nächste Jahr tragender Zweig mitten in dem Blätterbüschel, aus welchem er entsprang. Die **Lärche** (Fig. 149) ähnelt in ihrem Wuchse mehr der Tanne, nur wirft sie ihre dünnen Zweige im Alter bis zu großer Höhe ab, besonders wenn sie vereinzelt wächst, während die Tanne gerade in diesem Falle ihre unteren Zweige ausnahmsweise lange bewahrt. Die **Ceder** (Fig. 150) dagegen ähnelt im Wuchse mehr der Föhre und bekommt, wie diese, sehr starke Zweige, welche den Stammgipfel ganz überholen und unterdrücken.

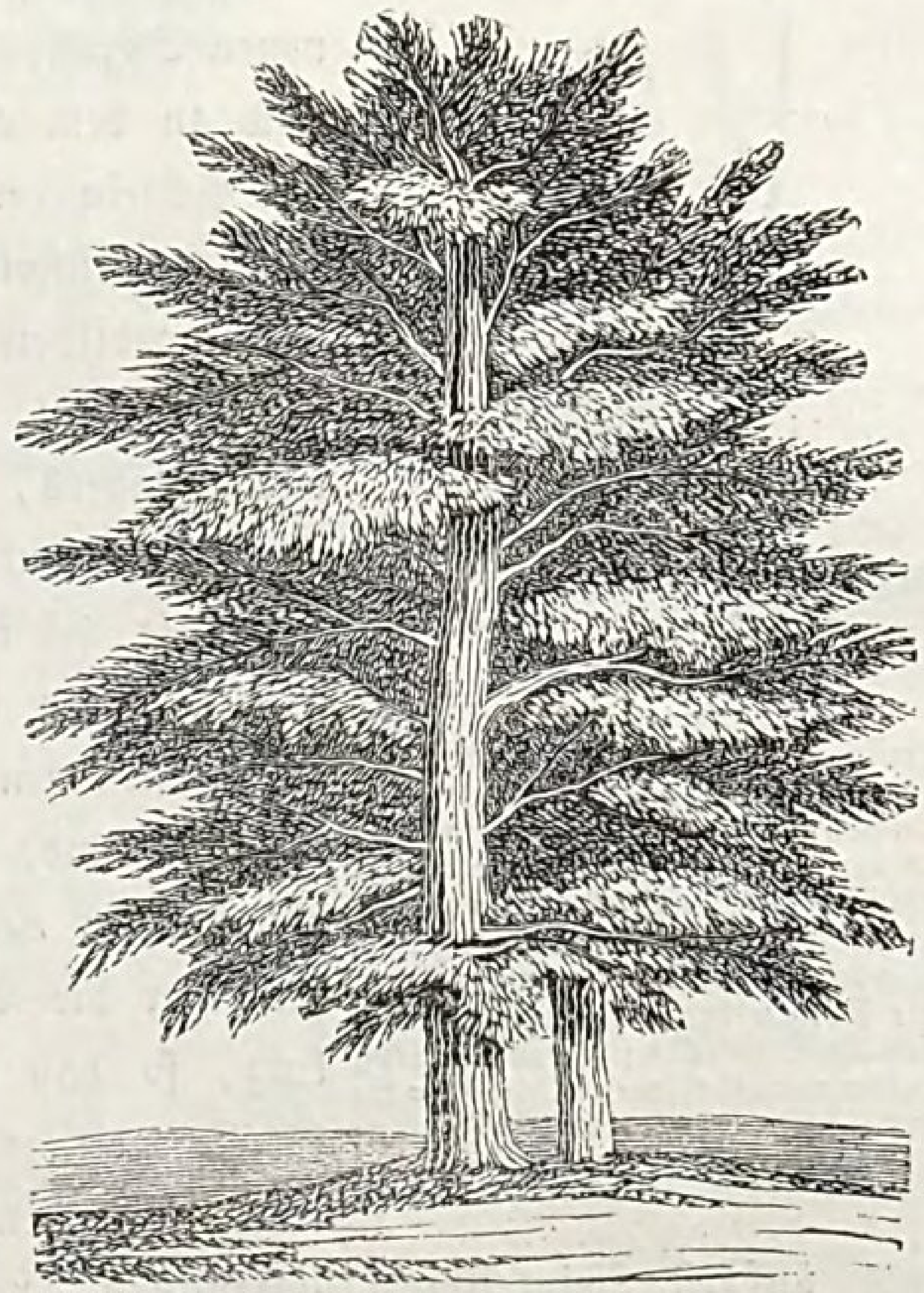


Fig. 149. Der Lärchenbaum oder die europäische Ceder (Larix europaea) in mittlerem Alter.

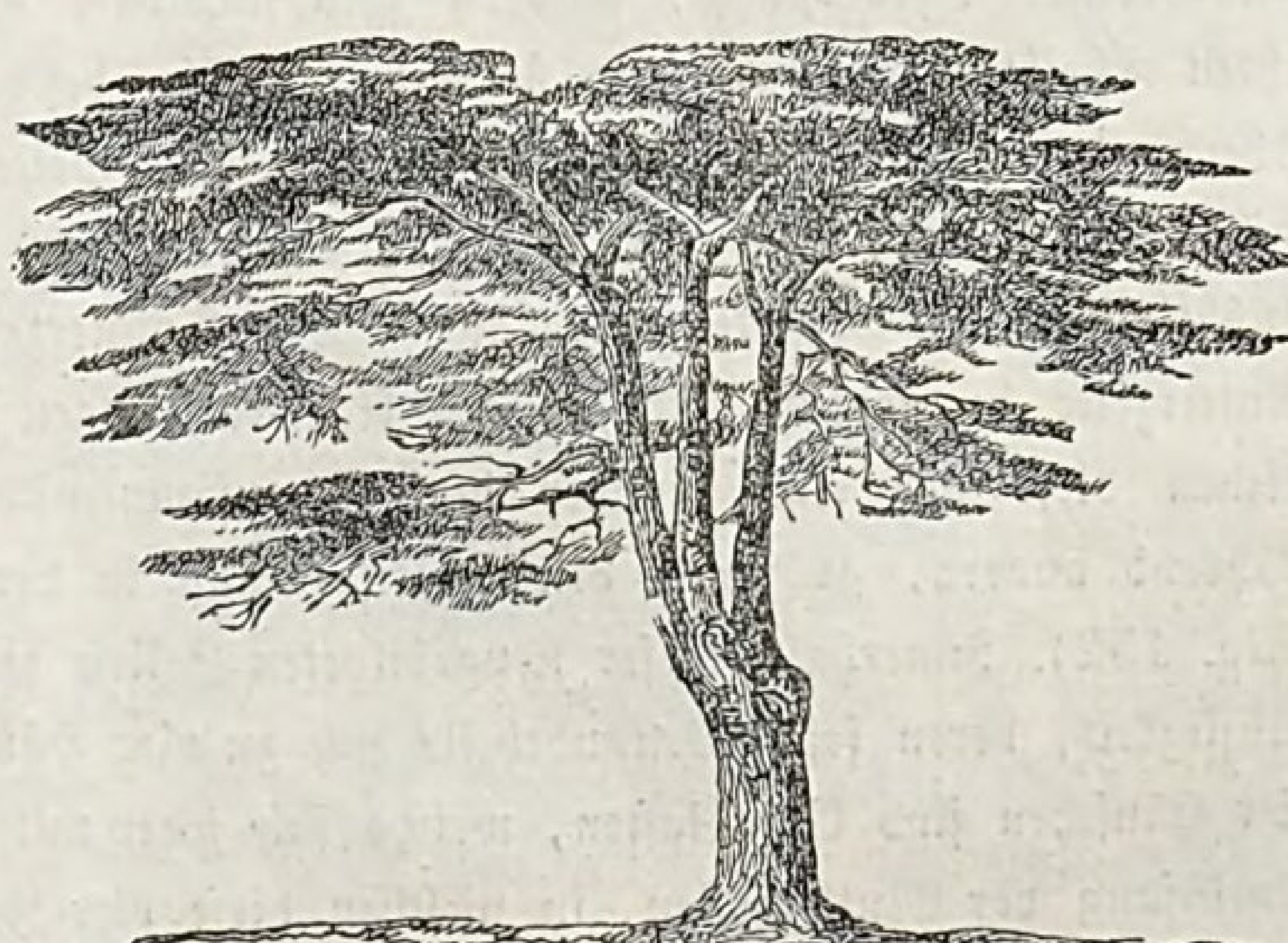


Fig. 150. Die Ceder vom Libanon (Larix cedrus), nach einem Exemplar im Garten zu Chelsea in England.

Die **Fortpflanzungsorgane** vieler Zapfengewächse sind untereinander so übereinstimmend, daß dieselben an einem Beispiele genügend er-

läutert werden können. Nur die Cypressen, Wachholder, Lebensbäume und Eiben weichen einigermaßen ab. Wir finden auch bei dieser Klasse stets männliche, befruchtende, und weibliche, samenerzeugende Organe, welche mit denen der Cykadeen nicht geringe Aehnlichkeit besitzen und, wie bei jenen, in Zapfen zahlreich beisammen stehen. Jedoch sind bei den insbesondere sogenannten Zapfenträgern (Coniferen) meistens beiderlei Geschlechter auf dem nämlichen Stamme vereinigt.

Die männlichen Zapfen bestehen aus vielen kleinen, um eine kurze Axe zusammengedrängten und spiralig geordneten Schüppchen, welche nach ihrer Stellung sowohl, als nach der Art und Weise ihrer Entwicklung, als eigenthümlich geformte Blätter zu betrachten sind. Bei der Föhre stehen solcher Zäpfchen allemal ziemlich viele, zwanzig bis dreißig, an dem unteren Theile eines neuen Sprosses (Fig. 151), im April und Mai. Während an dem obersten Theile eines solchen Sprosses, in den Achseln der lederigen Blätter, sich zahlreiche Nadelknöspchen entwickeln, welche aus ihren, durch die Knospendecken gebildeten häutigen Scheiden allemal zwei Nadeln hervorschieben, nehmen an der Stelle dieser Knospen ganz anders, dickeiförmig, gestaltete die Achseln der Blätter am unteren Theile desselben Sprosses ein, nämlich eben die männlichen Zäpfchen. Diese sind hienach als Stellvertreter der Nadelknospen und als eigenthümliche Umgestaltungen derselben zu betrachten. Sie tragen an ihrem Grunde die hautigen Knospendecken; ihre Axe ist etwas mehr verlängert, als bei den Nadelknospen; dafür sind hier die Blätter zwar zahlreicher, aber nur ganz kurz, so daß sie selbst hinter den Knospendecken in der Größe weit zurückbleiben. Diese Blätter bestehen unter einer Oberhaut größerer und ziemlich derber Zellen aus äußerst kleinzelligem Parenchym, und sind in ihrer Mittellinie von einem äußerst geringen Gefäßbündelchen durchzogen, enthalten aber in ihren Zellen kein grünfarbiges Chlorophyll, sondern sind farblos; an dem der äußern Luft ausgesetzten Theile werden sie bald bräunlich. Sie besitzen auch keine Stomate in ihrer Oberhaut. Innerhalb des Parenchyms zu jeder Seite der Mittellinie bildet sich eine Zelle stärker aus, als die übrigen; sie wird zur Mutterzelle und löst sich nach Ausbildung von Tochterzellen auf. Die Tochterzellen bilden sich innerhalb der Mutterzelle in großer Zahl, viele kleinere hängen sich an ihre Wandung an und kleiden diese als eine, immer inniger zusammenschließende Schicht gänzlich aus, während andere, größere, den freien Raum in der Zellenhöhlung ganz ausfüllen (Fig. 152). Innerhalb dieser neugebildeten Zellen zeigt sich bald eine trübe körnelige Flüssigkeit, deren feste Bestandtheile sich zu vier Häufchen zusammengruppiren. Diese vier Häufchen sind Cytoblasten, welche sich jeder mit einer Zellhaut umhüllen. Durch Auflösung der Mutterzellen, in welchen diese vier Zellen sich gebildet haben, werden letztere frei; in jeder derselben aber erzeugen sich wiederum neue Zellen, die abermals durch Auflösung der Wandung ihrer Mutterzellen frei werden. Diese letzteren Zellen

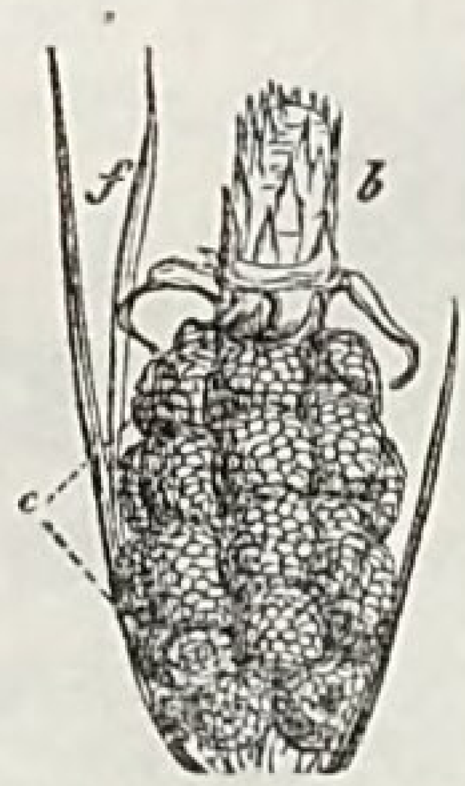
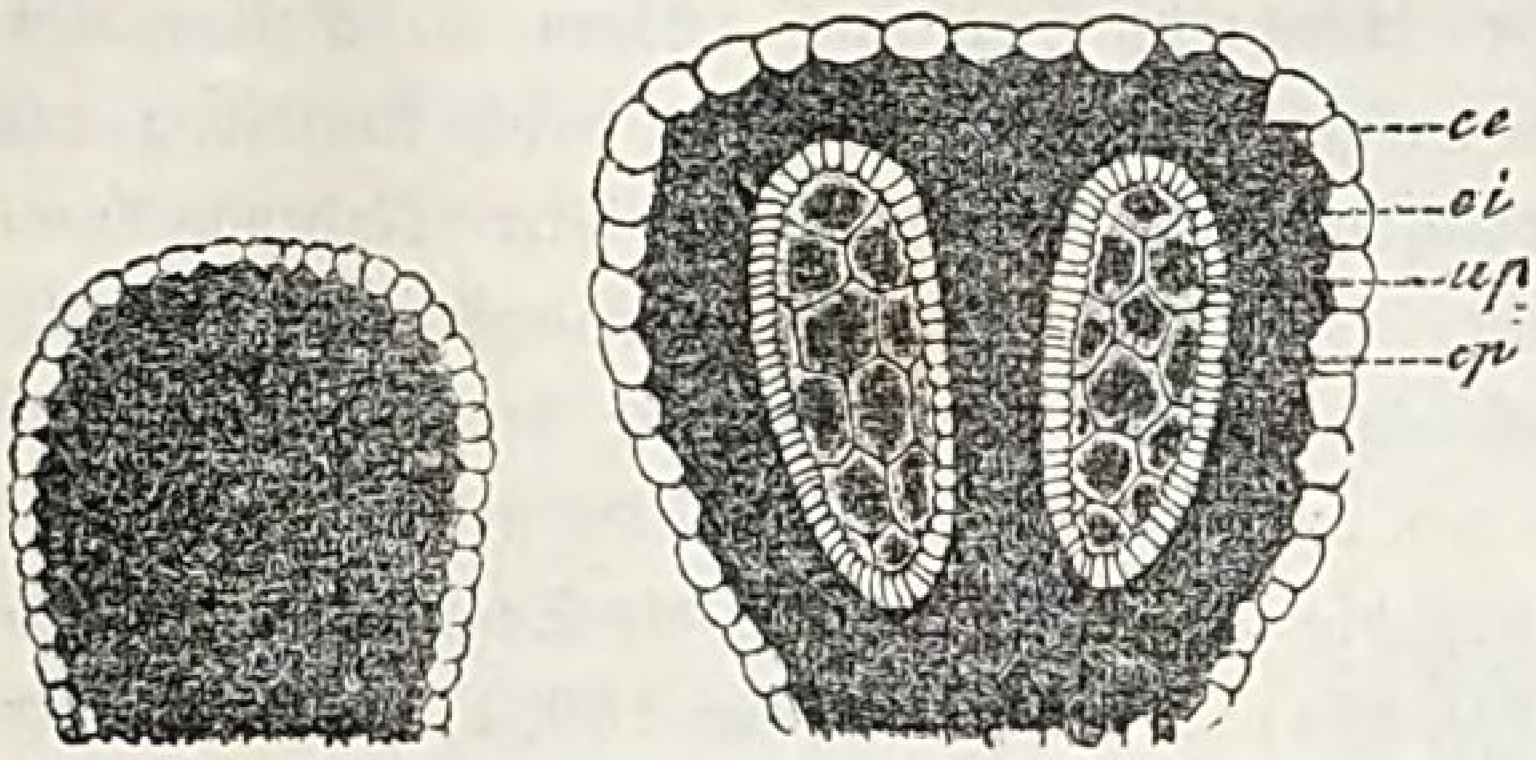


Fig. 151. Die männlichen Zäpfchen der gemeinen Föhre (Pinus sylvestris). *

* *f* Nadeln vom vorigen Jahre, zwischen denen der Gipfelsproß sich entwickelt; *b* Gipfelsproß, mit zahlreichen Nadelknospen bedeckt, welche in den Achseln lederartiger Blättchen stehen, die hier zum Theil ziemlich lang und zurückgeschlagen sind; die Nadelknospen zeigen schon die Spitzen der noch paarweise von den Knospendecken scheidenartig eng zusammengehaltenen Nadeln; *c* die dicht zusammengedrängten männlichen Zapfen.



A B

Fig. 152. Bildung des Pollen. *

* Zur Erläuterung dieses Vorganges benutzen wir das Beispiel einer Pflanze, bei welcher derselbe ganz ebenso vor sich geht und leichter zu beobachten ist, als bei der Fichte. — A Durchschnitt durch ein sich entwickelndes männliches Blättchen (hier Staubbeutel oder Anthere genannt) einer Kürbisblüthe, um die Oberhautzellen und die innere Masse kleinzelligen Parenchyms zu zeigen; — B ebenso, in weiter fortgeschrittener Entwicklung; *ce* Oberhautzellen; *ci* inneres Parenchym; *cp* die kleinen Zellen, welche die innere Wand der Höhlung nach Auflösung ihrer Mutterzelle auskleiden; *up* größere Zellen, welche die Höhlung füllen, und in denen sich demnächst die Pollenmutterzellen bilden. — Vergrößert.

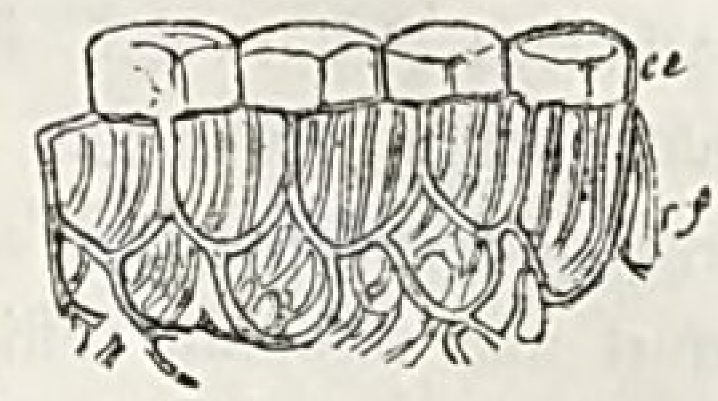
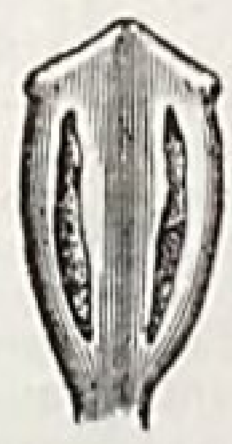


Fig. 153. Die Antherenwandung.*

* Zur Versinnlichung dieser Bildung bedienen wir uns der Darstellung eines Durchschnittes durch die Wandung der Anthere einer anderen (dicotyledonischen) Pflanze (Cobaea scandens), bei welcher dieselbe ganz ähnlich beschaffen ist, wie bei der Fichte. Bei letzterer sind die Verdickungsleisten deutlicher netzartig mit meistens quadratischen oder rautenförmigen Maschen. — *ce* Oberhautzellen; *cf* Parenchymzellen mit Verdickungsleisten.

nun sind Blüthenstaub oder Pollenzellen. Sie nehmen an Größe zu, sowie auch die ihnen vorangegangenen mehrfachen Aufeinanderfolgen oder gleichsam Generationen von Zellen, von denen wir dieses nicht ausdrücklich erwähnt haben, während ihres kurzen Daseins sich ausgedehnt hatten. Alle diese Vorgänge geschehen nämlich, während die Zapfenschüppchen sich selber noch entwickeln und während diese somit theils an Größe zunehmen, theils ihr Zellgewebe rings um den Raum, in welchem die Erzeugung des Pollenstaubes vor sich geht, fortwährend vermehren, so daß es mehrfache Schichten besitzt. Der Raum, in welchem der Pollen liegt, ist bei der Auflösung der letzten Mutterzellen noch von der Zellenschicht, welche die erste Mutterzelle auskleidete, umgeben. Um aber den sehr zahlreichen und äußerst kleinen Pollenzellchen Nahrung und Raum zu ihrer Kräftigung darzubieten, wird zuerst diese Schicht von Zellen aufgelöst, und dann folgen derselben nach einander auch die Zellen des umgebenden Parenchyms des Zapfenschüppchens. So bleibt von diesem letzteren endlich nur die aus derben und dicht zusammenschließenden Zellen bestehende Oberhaut, nebst einer Schicht der zunächst unter dieser liegenden eigenthümlich gebildeten Zellen zurück, um eine kapselartige Hülle für den inneren Raum, in welchem zu jeder Seite der Mittellinie des Zapfenblättchens die Pollenzellen liegen, darzustellen. Man nennt diese Umhüllungen des Pollenstaubes die Staubbeutel oder Antherenfächer. Die Zellen derselben, welche zunächst unter der Oberhaut liegen, besitzen, ohne im Mindesten verlängert zu sein, Verdickungsschichten, welche sich sehr frühzeitig in ihnen abgelagert haben müssen und welche nun, durch die Ausdehnung der Zelle zertrennt, als ein Netzwerk von zarten Leisten erscheinen. Nicht selten zeigen diese Leisten theilweise eine spiralige Anordnung. Wenn die Auflösung der Zellenwandungen in der Umgebung der Pollenhöhlung so weit geht, daß auch die Wandungen dieser äußersten Zellen unter der Oberhaut theilweise oder ganz verdünnt, oder aufgelöst werden, so bleiben die Verdickungsleisten als ein Netzwerk von freien Fasern zurück (Fig. 153). Jedes Zapfenblättchen hat, da zu jeder Seite seiner Mittellinie sich eine Pollenhöhlung bildete, zwei Staubbeutel oder Antherenfächer; man nennt das ganze Blättchen

auch wohl Antherenblatt oder schlechthin Anthere. Wenn die Pollenzellen sich in ihrer Höhlung genügend ausgebildet und dabei die durch Auflösung des umgebenden Zellgewebes ihnen dargebotenen Flüssigkeiten zu ihrer Nahrung verbraucht haben, so liegen dieselben, jede von einer Aussonderungsschicht umhüllt, zuletzt ganz abgetrocknet und pulverig darin. Die Wandung der Antherenfächer trocknet nun ebenfalls völlig aus und reißt unmittelbar jederseits neben der Mittellinie auf der Unterseite auf, so daß die Pollenzellen durch die Spalte frei herausfallen können (Fig. 154). Die letzteren (Fig. 160, 4) hangen immer zu dreien fest verbunden zusammen; eine längliche eiförmige Zelle trägt an jeder ihrer beiden Enden an einer Seite eine mehr kugelige; dieselben lassen nie von einander. Sie sind gelb von Farbe, mit Verzierungen versehen durch die Aussonderungsschicht, welche sie bekleidet; ihr Inhalt besteht, neben den im Safte aufgelösten Substanzen, aus Stärkekörnchen und Oeltröpfchen. Die Menge der Pollenzellen, welche innerhalb der Fächer eines Antherenblattes erzeugt werden, ist sehr beträchtlich; entleert man auf einem Gläschen in einem Wassertropfen ein einziges solches, so sieht man mit bloßem Auge ein Wölkchen gelben Staubes heraustreten, und unter dem Mikroskope sieht man ein unzähliges Heer dieser dreizelligen Pollenkörperchen schwimmen. Legt man einen mit reifen männlichen Zapfen versehenen Föhrenzweig auf ein Papier, so findet man dieses oft nach Verlauf weniger Stunden schon mit einer dicken gelben Schicht von Pollen bedeckt, welcher zwischen den dicht gedrängten Antherenblättern herausgefallen ist, obwohl man mit bloßem Auge betrachtend durchaus keinen Zwischenraum zwischen deren Rändern wahrzunehmen im Stande ist. Befördert man das Ausfallen des Pollens durch Schütteln des Zweiges, so muß man wahrhaft erstaunen über die ungeheure Menge von Zellen, welche herausfallen. Da nun eine Föhre an zahlreichen Zweigen Büschel von männlichen Zapfen trägt, so ist es daraus begreiflich, daß Föhrenwälder zur Zeit ihrer Pollenverstäubung — der „Blüthezeit" — so unendliche Mengen von diesen Körperchen ausschütten, daß diese den Boden mitunter dicht bedecken oder, durch den Wind bisweilen stundenweit entführt, auf benachbarten Gewässern als eine dichte gelbe Schicht schwimmen. Sie haben schon oft die Sage von „Schwefelregen" veranlaßt. In den Apotheken hält man sie zu denselben Zwecken und unter der gleichen Benennung vorräthig, wie die Sporen des Bärlappmooses — eine übrigens gleichgültige Verfälschung, welche man mit Hülfe des Mikroskopes nicht selten und sehr leicht entdeckt.


Fig. 154. Ein Antherenblatt von dem männlichen Zapfen der gemeinen Föhre, 20fach vergrößert. Man bemerkt die beiden Staubfächer.

Die männlichen Zapfen stehen bei allen, im Wuchse mit der Föhre zunächst übereinstimmenden, d. h. Nadelknospen tragenden Coniferen, ganz ähnlich. Bei den Tannen dagegen stehen sie einzeln an den Spitzen der jüngsten Zweige, und bei den Lärchen und Cedern entspringen sie ebenfalls einzeln aus den in das zweite Jahr tretenden Seitenknospen (Fig. 147 und 148) auf beiden Seiten an den kleineren Zweigen. Bei allen diesen Gattungen, wo die männlichen Zapfen einzeln stehen, sind die Antherenblätter derselben minder dicht gedrängt, und minder schuppenartig als bei den Föhren. Die Zapfenblätter der Araucarien erinnern sehr an die des Sagobaumes, indem sie auf ihrer unteren Seite 12 bis 20 kapselartig vorragende Staubbeutelchen besitzen. Eine besondere Eigenthümlichkeit zeichnet die Cunninghamien

aus, indem bei diesen drei Antherenfächer, welche ebenfalls kapselartig hervorragen, auf der inneren Seite des Antherenblattes sich öffnen.

Auch die weiblichen Fortpflanzungsorgane der Zapfenträger stehen in einem Zapfen. Solche weibliche Zapfen (Fig. 155) erscheinen stets auf besonderen Zweigen, abgesondert von den männlichen, entweder einzeln oder zwei bis drei neben einander auf der Spitze junger Triebe, neben deren Gipfelknospe. Auf den ersten Anblick könnte man die kräftigen Schuppen dieser Zapfen ebenfalls für Blätter von eigenthümlicher Form ansehen, wie bei den männlichen. Allein dieser Vergleich ist hier nicht zulässig, denn bei genauerer Untersuchung bemerkt man unter jeder Schuppe verborgen ein kleines zartes Blättchen, das sogenannte Deckblättchen, in dessen Achsel die Schuppe steht (Fig. 156). Auch ist die Entwicklung der Schuppen nicht übereinstimmend mit derjenigen der Blätter, sondern mit der von Axenorganen (Stengeln, Zweigen), und endlich der Umstand, daß an ihnen sich Knospen, nämlich die Samenknospen, erzeugen, beweist vollends, daß die Schuppen nicht Blattorgane, sondern Axenorgane seien. Zwar haben dieselben eine Form, welche mit derjenigen von umgestalteten Blättern, wie die Antherenblätter des männlichen Zapfens sind, große Aehnlichkeit haben, allein wir dürfen uns nur an die vollkommene Blattähnlichkeit der Wedel der Laubfarren und Cykadeen, an die Form der samentragenden Wedel des Sagobaumes und besonders der samentragenden Zapfenschuppen der Zamien erinnern, um hierin keine Täuschung mehr zuzulassen. Es sind wirklich die Schuppen des weiblichen Fichtenzapfens, den Wedeln vergleichbar, blattähnlich geformte Zweige, welche in den Achseln ächter Blätter, der sogenannten Deckblätter, stehen und an welchen wieder Samenknospen entspringen. Ihrer Stellung nach erinnern sie an die Nadelknospen der Föhren; wir könnten sie für Stellvertreter von diesen erklären, bei welchen die Knospendecken- und Nadelblätter unentwickelt geblieben sind, die Axe dagegen stärker ausgebildet ist, wobei sie zufällig durch die gedrängte Stellung gezwungen wurde, eine dreikantige, wie bei den Föhren, oder gar eine ganz blattähnlich platte Form anzunehmen, wie bei den Tannen. Die Deckblättchen, in deren Achsel die samentragenden Schuppen entspringen, sind dagegen zu vergleichen mit ächten Blättern, mit denen sie in ihrer Entwicklung gänzlich übereinstimmen, und insbesondere mit den Antherenblättchen der männlichen Zapfen, ein Vergleich, welcher besonders noch dadurch unterstützt und über allen Zweifel erhoben wird, daß man mitunter weibliche Zapfen findet, an welchen wenigstens am unteren Drittheile die Deckblättchen wirklich als Antherenblätter mit Pollenhöhlungen ausgebildet sind.



Fig. 155. Ein Zweig der gemeinen Föhre mit drei weiblichen Zapfen c, unterhalb der letzteren mit zahlreichen Nadelknospen bedeckt, aus denen die Spitzen der paarweise in den scheidenförmigen Hüllen der Knospendecken stehenden Nadeln bervorbrechen. Nat. Gr.

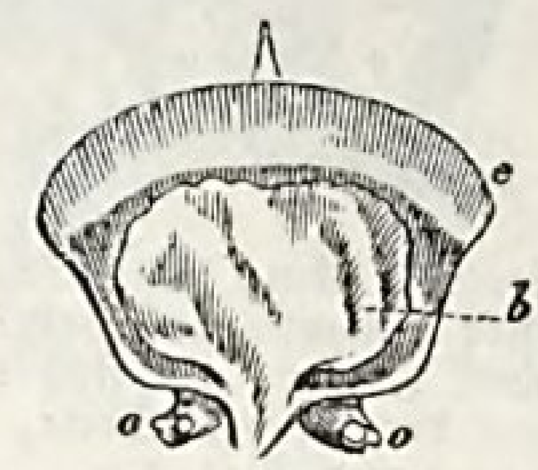


Fig. 156. Eine samentragende Schuppe des weiblichen Zapfens der gemeinen Föhre mit ihrem Deckblättchen, vergrößert.*

* e Schuppe; o die Spitzen der nach unten gerichteten Samenknospen, welche auf der andern Seite stehen; b Deckblättchen, dessen Stiel an die Schuppe angewachsen ist.

Jede Schuppe des weiblichen Zapfens trägt zwei Samenknöspchen, die wegen der Beschränktheit des Raumes und bei der gleichsam verdrückten Form, welche die Schuppe selbst annehmen mußte, beide neben einander am Rande an der

inneren, mit der Axe des Zapfens einen spitzen Winkel bildenden Fläche der Schuppe stehen und bei ihrer Entwicklung sich rücklings gerichtet neben den schmaleren stielartigen Theil der Schuppe hinabdrücken mußten (Fig. 157).



Fig. 157. Eine samentragende Schuppe des weiblichen Zapfens der Föhre von der inneren Seite, vergrößert. *

* *e* Die Schuppe, welche auf dieser Seite in eine Spitze ausläuft; *i* der Einfügungspunkt derselben an der Axe des Zapfens; *o* Samenknospen; *m* Mikropyle derselben.



Fig. 158. Der weibliche Zapfen der gemeinen Föhre zur Zeit der Samenreife. Nat. Gr.

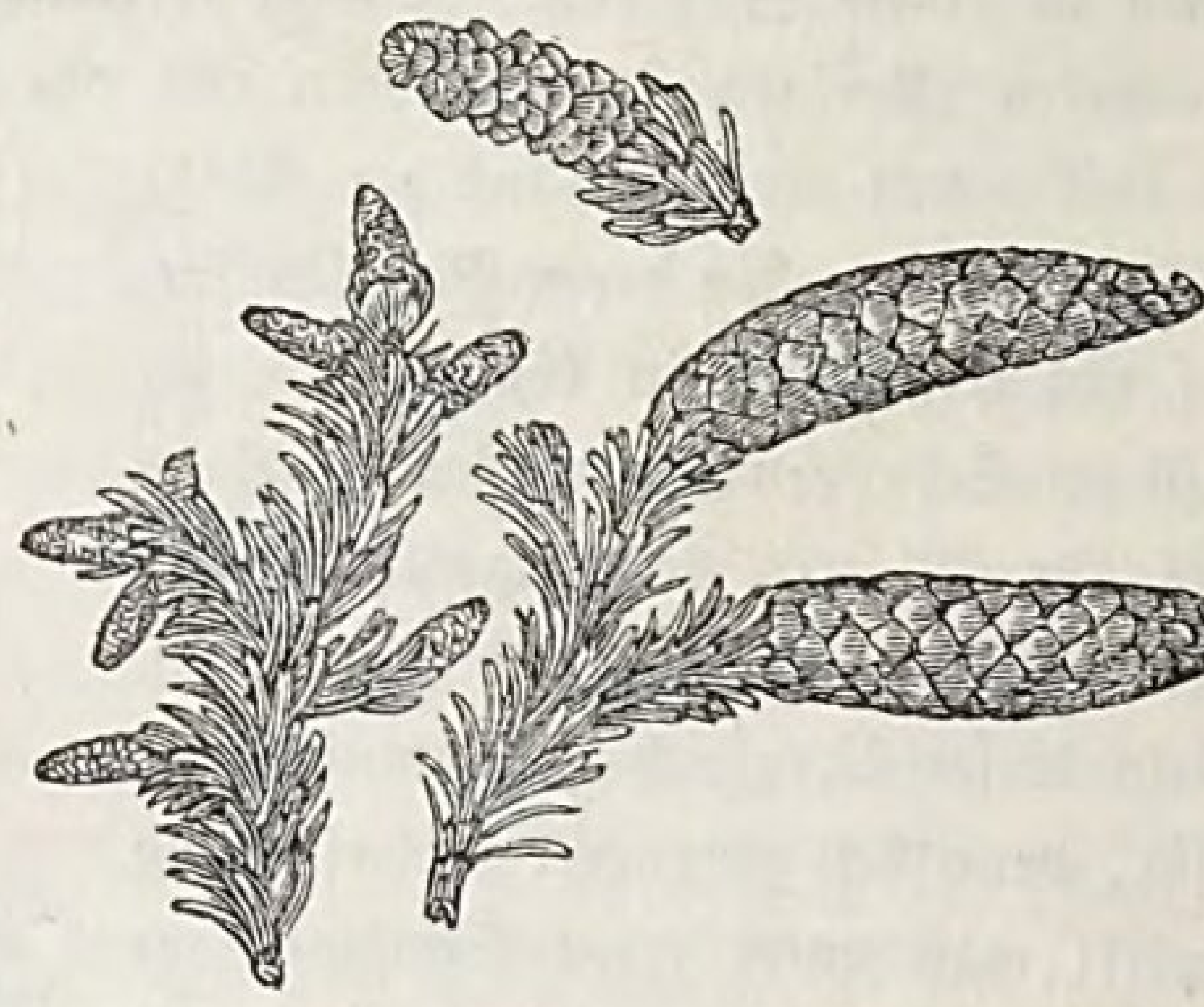


Fig. 159. Zweige der Edel- oder Weißtanne (Pinus picea. *L.*); $1/6$ d. nat. Gr. *

* *a* Männlicher Zweig mit Antherenzapfen; *b* weiblicher Zweig mit samenreifen Zapfen; darüber ein Zapfen, zur Zeit der Verstäubung des Pollen.

Der weibliche Zapfen stirbt keineswegs mit dem männlichen zugleich ab, wenn letzterer seinen Pollen verschüttet hat, im Gegentheile beginnt erst dann sein Wachsthum außerordentlich kräftig zu werden. Mit der Verlängerung der Achse desselben geht die Ausdehnung der Schuppen in Länge und Dicke gleichzeitig vor sich, und die letzteren liegen stets dichtgedrängt und aneinander geschlossen. Dabei werden sie mit der Zeit vollkommen holzig. So entstehen die bekannten Fichtenzapfen, welche bei den Föhren, Tannen, Lärchen, Cedern so verschiedene Formen besitzen (Fig. 158 und 159, siehe auch Fig. 146, 147 und 148). Ihre Farbe war während der ersten Zeit bräunlich, bei einigen Tannen und Lärchen prachtvoll purpurroth. Später wird dieselbe bei manchen, wenigstens an den äußeren Theilen, dunkelgrün, bei allen endlich, nämlich zur Zeit der Reife des Samens, welche bei vielen erst im zweiten Jahre eintritt, braun und schwärzlich. Bei manchen Gattungen von Fichtenbäumen richten die Zapfen während ihres Wachsthumes sich gerade in die Höhe, bei andern neigen sie sich dagegen hangend mit der Spitze dem Boden zu. Bei der Edeltanne fallen nach der Samenreife die Schuppen von der Axe des Zapfens ab und lassen diese entblößt zurück; bei den andern Gattungen sperren sie sich nur auseinander, indem sie austrocknend sich rücklings krümmen.

Die Entwicklung der Samenknospen und ihre Ausbildung zu Samen ist bei den sämmtlichen Zapfenbäumen, auch bei denen, deren Fortpflanzungsorgane wir noch nicht betrachtet haben, völlig übereinstimmend — nur die Zeitdauer bis zur Reife des Samens ist verschieden. Bei der gemeinen Föhre, der Weymouthskiefer und den Wachholdern dauert dieselbe vom Frühling des einen Jahres bis zum Herbste des zweiten, so daß die reifen Samen erst im Frühling des dritten Jahres aus den Zapfen fallen; bei der gemeinen Tanne und andern vollendet sie sich schon im ersten Jahre, so daß die Samen im zweiten bereits abfallen.

Bei der gemeinen Föhre ist die Entwicklung des Samens folgende (Fig. 160). Die Knospe, deren, wie oben erwähnt, an jeder Zapfenschuppe zwei stehen, besteht

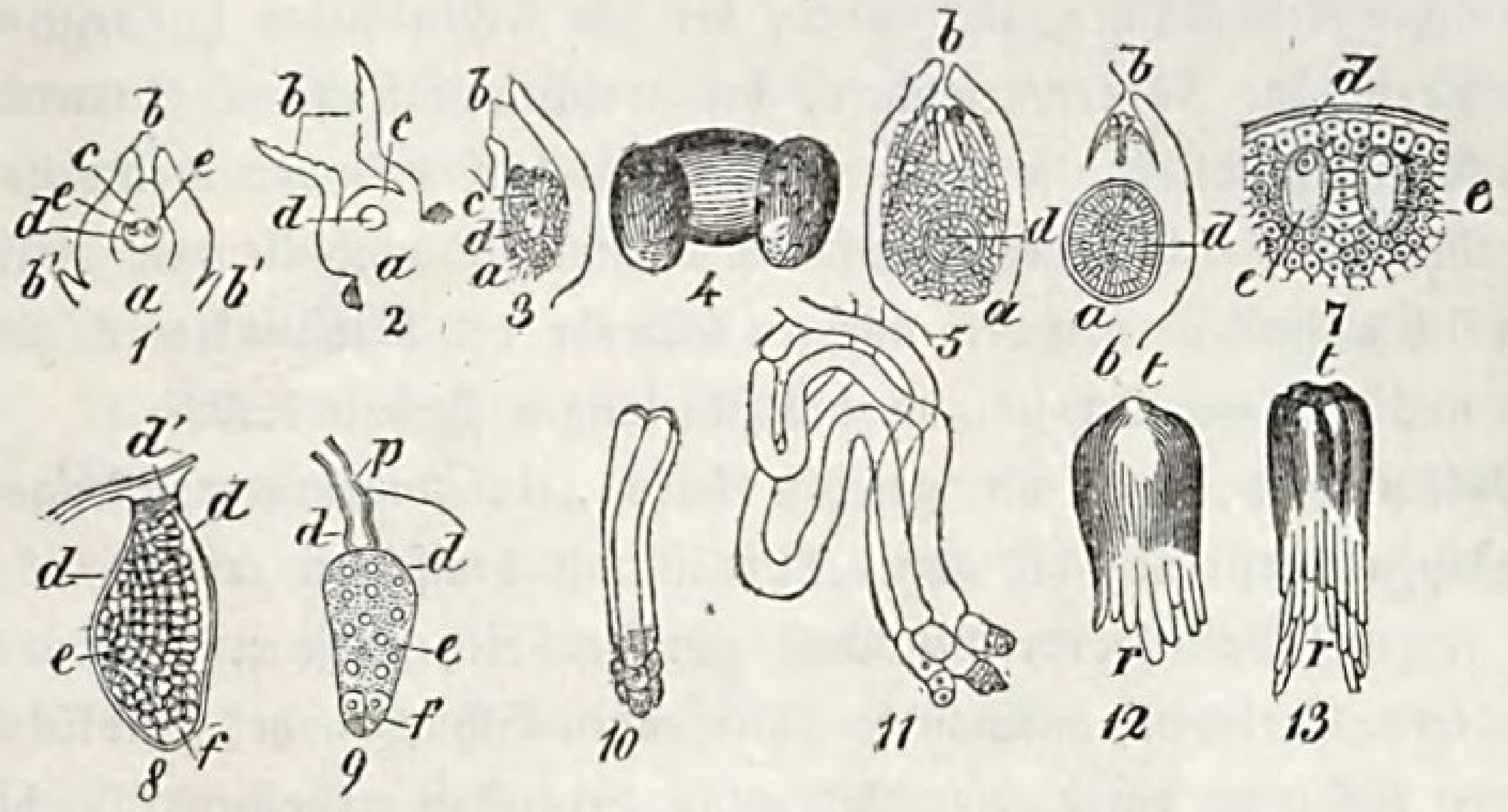


Fig. 160. Die Befruchtung und Samenbildung. *

* Zur Versinnlichung dieses Vorganges bedienen wir uns der Darstellung der ganz entsprechenden Befruchtung einer Samenknospe der Coniferen.

1 Die Samenknospe des Eibenbaumes (Taxus baccata) senkrecht durchschnitten, vergrößert. — 2 Die Samenknospe der gemeinen Tanne (Pinus abies) ebenso. — 3 Die Samenknospe der österreichischen Föhre (Pinus austriaca), senkrechter Durchschnitt, beim Beginne der Blüthezeit, Anfang des Juni, nach einer 150fachen Vergrößerung sechsfach verkleinert gezeichnet. — 4 Ein Pollenkorperchen der gemeinen Föhre (Pinus sylvestris), 200fach vergrößert. — 5 Die Samenknospe der Strandkiefer (Pinus maritima) senkrecht durchschnitten, im Anfange des Januar des zweiten Jahres, wo das Keimsäckchen sich mit einem vorläufigen Endosperm *d* gefüllt hat, und zwei Pollenschläuche, in den Gipfel der Samenknospe eingedrungen, sichtbar sind. Die Pollenkörper liegen deutlich unter der Mikropyle. Die Figur ist nach einer 300fachen Vergrößerung neunfach verkleinert gezeichnet. — 6 Die Samenknospe der gemeinen Föhre (P. sylvestris) senkrecht durchschnitten, 20. Mai des zweiten Jahres, wo der Pollenschlauch noch im Gipfel der Samenknospe steckt, das Keimsäckchen aber zum zweitenmale mit Zellgewebe, dem eigentlichen Endosperm, gefüllt ist. Die Figur ist nach 50facher Vergrößerung fünfmal verkleinert gezeichnet. — 7 Längsschnitt durch den oberen Theil des Endosperms, Ende Mai des zweiten Jahres, wo sich zwei neugebildete Korpuskula (*e*, *e*) mit ihren Cytoblasten zeigen, welche selber als Zellenbläschen erscheinen. Die Figur ist nach einer 150fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 8 Längsschnitt durch ein Korpuskulum, welches zur Befruchtung bereit ist, am 9. Juni des zweiten Jahres; es ist ganz mit einem Brei von Zellen gefüllt, unten zeigt sich die größere Keimzelle *f*. Die Figur ist nach einer 300fachen Vergrößerung vierfach verkleinert gezeichnet. — 9 Längsschnitt durch den oberen Theil des Endosperms und ein Korpuskulum, welches durch den bis zu ihm gelangten Pollenschlauch *p* vor Kurzem befruchtet ist; aus dem Keimbläschen ist ein achtzelliger Vorkeim geworden; am 18. Juni des zweiten Jahres. Die Figur ist nach einer 120fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 10 Der Vorkeim aus dem Korpuskulum der Weymouthskiefer (Pinus strobus), Ende Juni des zweiten Jahres, wo derselbe gerade im Begriffe ist, in vier Vorkeime zu zerfallen. Die Figur ist nach einer 100fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 11 Die nämlichen vier Vorkeime am letzten Juni, wo dieselben bereits von einander gesondert sind; der obere Theil ist nicht vollständig gezeichnet. Die Figur ist nach einer 100fachen Vergrößerung dreifach verkleinert gezeichnet. — 12 Der Embryo der Balsamtanne (Abies balsamea) kurz vor der Zeit der Samenreife, mit dem Gipfel nach oben gezeichnet und unten vom Vorkeime befreit. — 13 Derselbe kurz vor der Samenreife, wo um den Gipfel die Cotyledonen anfangen sichtbar zu werden.

In allen obigen Figuren ist das Zellgewebe nur in einzelnen Theilen specieller angedeutet; die Buchstaben bezeichnen bei allen: *a* den Grund oder Anheftungspunkt der Knospe; *b* die Ränder der einzigen Samenhülle und die Mikropyle; *b'* die Anlage zur äußeren Samenhülle des Eibenbaumes; *c* Kern der Samenknospe oder die eigentliche Knospe; *d* das Keimsäckchen und Endosperm; *e* Korpuskula; *f* die Keimzelle im Korpuskulum und die ersten Zellen des Vorkeims, *p* Pollenschlauch; *r* Zellen des Embryo, welche später die Wurzel erzeugen; *t* Gipfel des Embryo.

vor der Blüthezeit aus einem zarten einfachen Zellenhäufchen, dem Knospenkerne, welcher gleich bei seiner ersten Bildung sich mit einer rings um den Grund desselben aufwachsenden Decke bedeckt. Dieselbe Hülle ist gleichsam ein Kreis von gleichzeitig entwickelten und daher zusammengewachsenen Knospendecken. Bei allen Coniferen ist nur eine einzige einfache Samendecke vorhanden. Dieselbe läßt auf dem Gipfel des zelligen Knospenkernes eine Oeffnung, die Mikropyle, um welche sie mit hautigem, bei den Tannen und Lärchen zweilippig verlängerten Rande emporwächst. Am unteren und mittleren Theile ist das Zellgewebe der Decke mit dem des Knospenkernes gänzlich verwachsen. Während der Blüthezeit, im Anfange des Juni, sind die Knospen an einer Schuppe, welche man von dem jungen Zapfen lostrennt, noch kaum wahrnehmbar. Und doch ist die Zahl der Zellen des Knospenkernes dann schon sehr beträchtlich. Dieselben sind zartwandig und mit körnigem Schleime erfüllt. Von diesen Zellen, in der Mitte des Knospenkernes, wird während der Zeit, in welcher sich der Pollen der männlichen Zapfen verstäubt, eine auffallend groß; sie heißt von diesem Augenblicke das Keimsäckchen. In einzelnen Knospenkernen

bilden sich solcher Keimsäckchen auch zwei, bei den Eiben sogar fast regelmäßig drei. Es gibt auch einzelne Föhrenexemplare, bei welchen fast jeder Samenknospenkern zwei Keimsäckchen umschließt, so daß dieses Verhältniß offenbar theilweise von Zufälligkeiten abhangt. Die das Keimsäckchen zunächst umhüllenden Zellenschichten unterscheiden sich auffallend von dem übrigen Gewebe des Knospenkernes durch zartere Wandungen und stärkere Verdichtung des schleimigen Inhaltes.

Der Pollen wird, wie wir gesehen haben, in ungeheurer Menge von den männlichen Zapfen verstreut; die ganze Luft ist mit demselben erfüllt, es kann nicht fehlen, daß einzelne Pollenkörperchen auch zwischen die, zu jener Zeit noch minder, als in den späteren Perioden, aneinander schließenden Schuppen des weiblichen Zapfens gelangen, wo dieselben durch die Mikropyle der Samenknospendecke bis zu der warzenförmigen, in der Mitte etwas vertieften Spitze des Knospenkernes gelangen. Berechnungen haben ergeben, daß die Zahl der Pollenkörperchen bei der Föhre etwa 300 Millionen Mal größer ist, als die Zahl der Samenknospen. Nichts desto weniger bleiben viele Samenknospen unbefruchtet, besonders diejenigen, welche am untersten Theile des Zapfens stehen. Man darf nach der Verstäubung des Pollen nur sorgfältig unter dem Mikroskope senkrechte Durchschnitte durch die Mikropyle und den Knospenkern von einigen Samenknospen untersuchen, um gewiß einige Pollenkörperchen darin anzutreffen. Aus jedem derselben quillt bald ein Pollenschlauch hervor, welcher zwischen die Zellen des Knospenkernes hineindringt, wahrscheinlich, indem seine Verlängerung der Feuchtigkeit folgt, welche theils auf der Oberfläche des Knospenkernes ausgesondert, theils als Zwischenzellenstoff in den Interzellularräumen enthalten sein mag, und welche ohne Zweifel selber die Bildung des Pollenschlauches hervorruft. Dieses geschieht bei der Föhre im Anfange des Juni. Die Pollenschläuche dringen etwa bis zu der Gegend vor, in deren Umfange die angewachsene Hülle sich vom Knospenkerne sondert; dann erfolgt ein Stillstand, welcher bis zum folgenden Jahre dauert, und diese ganze Zeit hindurch erhält der Pollenkörper und der Pollenschlauch sich völlig unverändert.

Das Keimsäckchen ist bis jetzt eine einfache Zelle gewesen, deren großer Cytoblast sich allmählig auflöste. Jetzt aber bilden sich im Verlaufe einiger Tage zahlreiche freie Cytoblasten in seinem Innern, und unmittelbar darauf zeigt er sich ausgefüllt von einer ziemlichen Zahl strahlenförmig vom Umfange gegen den Mittelpunkt gestellter langer Zellen, welche nun bis zum Herbste und dem Eintritte der Winterruhe sich nach allen Richtungen unter Bildung von Scheidewänden lebhaft vermehren. Die Wandung des Keimsäckchens selbst ist unterdessen so zart geworden, daß sie selbst bei sehr starker Vergrößerung kaum mehr zu entdecken ist. Gleichzeitig findet eine sehr beträchtliche Vermehrung sämmtlicher Zellen des Knospenkernes in die Länge, Breite und Dicke statt. Mit dem Eintritte der kalten Jahreszeit werden die Wandungen der Zellen, welche das Keimsäckchen ausfüllen, durch schichtenweise Ablagerung einer gallertartigen Substanz stark verdickt. Diese, sowie die Wandungen selbst, sind in Wasser löslich, so daß sie unter dem Mikroskope leicht zerfließen und die einzelnen Zellen, nur von der inneren Schleimhaut, dem „Primordialschlauche,“ umhüllt, zurücklassen. Wenn nun im März des folgenden Jahres der aufsteigende Frühlingssaft bis in den Knospenkern dringt, so erfolgt durch diesen eine solche Auflösung, in Folge deren innerhalb des Keimsäckchens nur die Primordialschläuche der

dasselbe bis dahin ausfüllenden Zellen zurückbleiben. Die Cytoblasten innerhalb dieser Primordialschläuche lösen sich ebenfalls auf; an ihrer Stelle aber bilden sich zahlreiche neue kleinere — für jeden drei bis vier — die sich mit besonderen Zellenmembranen umgeben und, nach erfolgter Verflüssigung der sie gemeinsam gruppenweise umhüllenden Primordialschläuche der Mutterzellen, frei im Raume des Keimsäckchens schwimmen. In ihnen wiederholt sich jedoch ganz in derselben Weise die Erzeugung von je drei bis vier Tochterzellen, welche letztere nach Auflösung der zuvor gebildeten Generation frei werden und dann abermals durch Entstehung einer neuen Generation ihrer Auflösung entgegengehen. So wird das Keimsäckchen durch eine reißend schnell steigende Menge von Zellen erfüllt; es wächst dabei auf das zwanzigfache seines früheren Umfangs und verdrängt, während seine Wandung sich wieder verdickt, die es umgebenden Zellenschichten des Knospenkernes, welcher letztere aber durch Vermehrung seiner eigenen Zellen ebenfalls bedeutend zunimmt, so daß die Samenknospe nunmehr schon zwei Linien lang erscheint. Die im Keimsäckchen gebildeten Zellen setzen sich endlich schichtenweise an die Wandung desselben und erfüllen bei fortdauernder Vermehrung den innern Raum endlich ganz. Bis gegen das letzte Dritttheil des Monats Mai ist diese Ausfüllung vollständig. Das nunmehr dicht gedrängt das Keimsäckchen erfüllende, eiförmig gestaltete Häufchen von Zellgewebe wird Endosperm, auch wohl „Sameneiweiß" genannt. Innerhalb dieses Endosperms zeichnen sich nun bald drei bis fünf dicht unter dem der Mikropyle zugewandten Ende desselben befindliche Zellen durch beträchtlichere Größe vor den übrigen Zellen aus. Wir nennen sie Korpuskula. Die Zahl derselben ist bei andern Fichtengewächsen mitunter noch geringer oder noch größer. Mitunter bilden sich solche sogar in der Mitte des Endosperms. Es scheint dabei eine ähnliche Unregelmäßigkeit vorkommen zu können, wie diejenige ist, in Folge deren sich mitunter in einem Samenknospenkerne mehrere Keimsäckchen übereinander bilden, deren jedes ein Endosperm in sich erzeugt. — Ueber jedem Korpuskulum liegt bei der Föhre ursprünglich nur eine einzige Zelle des Endosperms, allein diese theilt sich zweimal, so daß eine Gruppe von vier Zellen entsteht, und diese Zellen zeichnen sich durch dickschleimigen vielkörnigen Inhalt vor ihren Nachbarzellen aus. Die das Korpuskulum zunächst rings umgebenden Zellen des Endosperms theilen sich sämmtlich mehrfach durch Scheidewände, welche auf dem Umfange des Korpuskulum senkrecht stehen, und stellen so bald eine eigenthümliche oberhautähnliche Zellenschicht dar. Das Innere des Korpuskulum enthält eine trübe körnelige Schleimschicht, welche die Wandung desselben auskleidet und einen großen Cytoblasten, welcher meistens am Mikropylenende an der genannten Schleimschicht klebt; der geringe übrige Raum ist mit dünnflüssigem, wässerigem Safte gefüllt. Nachdem das Korpuskulum an Größe beträchtlich zugenommen hat, löst der Cytoblast sich auf, und es bilden sich im Zellenraume sehr zartwandige, kugelige Zellchen, in denen man gar keinen Inhalt bemerkt. Dieselben füllen bald den Zellenraum ganz aus; besonders auffallend ist unter ihnen eine große Zelle, welche den untersten Raum einnimmt und sich diesem eng einschmiegt.

Zu der Zeit, wo die Korpuskula sich vor den umgebenden Zellen auszuzeichnen begannen, haben auch die noch immer wohlbehalten und unverändert zwischen den Zellen des Knospenkernes steckenden Pollenschläuche aufs Neue begonnen, sich zu verlängern und gegen das Keimsäckchen vorzudringen. Wenn die Korpuskula ihre

volle, vorhin bezeichnete Ausbildung erreicht haben — wobei dieselben etwa doppelt so groß geworden sind, als sie zu der Zeit waren, wo ihr Cytoblast sich auflöste und die Bildung von Zellen in ihnen begann — so sind gerade auch die vordersten Enden der Pollenschläuche am Keimsäckchen angelangt. Diese sind auf ihrem Wege durch das Zellgewebe des Knospenkernes nicht nur in die Länge, sondern auch in die Dicke gewachsen, was deutlich beweist, daß dieselben fortwährend aus dem Zellgewebe Nahrung in sich aufnehmen. Besonders stark ist dieses noch der Fall, wenn sie schon das Keimsäckchen berühren, und in Folge dessen schwellen sie hier keulen= oder stempelförmig an. Zugleich bilden sich in ihnen bisweilen äußerst kleine Zellchen, doch sind solche nicht immer vorhanden, und besonders kann man meistens vor der Menge von Stärkeförnchen, welche sich im Pollenschlauche an= sammeln, nicht sicher erkennen, ob solche vorhanden seien. Von einer Bildung spiraliger Spermazellen ist jedoch nie eine Spur zu bemerken gewesen. Es wird durch den Pollenschlauch eine befruchtende Einwirkung auf den Inhalt des zunächst gelegenen Korpuskulum ausgeübt, in Folge dessen innerhalb des letzteren ein Embryo, der Keim einer neuen Föhre, entsteht. Hiernach können wir einen Vergleich auf= stellen zwischen den Fortpflanzungsorganen der vollkommeneren Sporenpflanzen und der Samenpflanzen. Es würden in diesem Vergleiche die „kleinen Sporen" der Zapfenmoose und Wasserfarren zusammentreffen mit den Pollenzellen, und da= gegen wäre das Keimsäckchen im Kern der Samenknospe vergleichbar einer „großen Spore" jener Pflanzen, und wie in einer solchen sich ein Vorkeimzellenhäufchen erzeugt, innerhalb dessen eine Zelle von dem Inhalte der „kleinen Sporen" be= fruchtet wird, so wird bei den Fichten das Endosperm gebildet, in welchem das Korpuskulum vom Inhalte des Pollenschlauches befruchtet, einem neuen Pflänzchen, dem Embryo, das Dasein gibt.

Der Pollenschlauch dringt durch die Wandung des Keimsäckchens, welche schon bei seiner Annäherung auf dem Gipfelpunkte erweicht wird, hindurch und ist dann unmittelbar über den vier, mit concentrirtem Inhalte gefüllten Zellchen angelangt, welche den Scheitel des Korpuskulum bedecken. Zwischen diese Zellen hindurch treibt derselbe nur eine sehr feine Verlängerung, welche nun endlich die Wandung des Korpuskulum unmittelbar berührt und mit derselben fortan in Berührung bleibt, bis daß die Bildung des Embryo genügend eingeleitet ist, wo er dann selber aufgelöst wird. Die Berührung mit dem Korpuskulum wird durch die er= folgende Auflösung der vier dasselbe bedeckenden Zellen noch erweitert. Zugleich scheinen alle solche Zellenauflösungen wesentlich zur Kräftigung des Pollenschlauches und, durch diesen, des Korpuskulum beizutragen.

Sobald der Pollenschlauch den Scheitel des Korpuskulum berührt, beginnt ein kräftiges Leben innerhalb des Korpuskulum (s. Fig. 160). Die in dem unteren Theile desselben eingeschmiegt liegende große Zelle, welche wir die Keimzelle nennen können, nimmt an Ausdehnung zu. Ihre Außenwand tritt in innige Verbindung mit der Innenwand des Korpuskulum, ihr Inhalt nimmt rasch ein weit gesättigteres Aussehen an; ihr Cytoblast verschwindet. Bald zeigt sich in ihr, der unteren Wölbung eingepreßt, eine große, gewöhnlich mehr als die Hälfte des Raumes der Keimzelle einnehmende, nach oben stark gewölbte Tochterzelle mit großem Cytoblasten. Dieselbe schließt beinahe den ganzen Gehalt an körnigem

Schleime ein, welchen die Mutterzelle besaß. Sie theilt sich sofort nach Auflösung ihres Zellenkernes und Bildung zweier neuer Cytoblasten durch eine Längsscheidewand in zwei Zellenräume. Gleichzeitig löst sich die Wandung der Keimzelle völlig auf. Die beiden Zellenräume der Tochterzelle sind die ersten Zellen des wirklichen Vorkeimes, welcher nun noch der Entstehung des Embryo vorausgeht. Die bezeichneten beiden Zellen theilen sich sogleich wieder durch neue Scheidewände, welche zur ersten rechtwinklig stehen, so daß dann der Vorkeim aus vier Zellen besteht. Durch wagerecht (bei senkrecht gedachter Stellung der bisherigen Scheidewände) liegende Scheidewände werden aus diesen vier Zellen solcher acht gebildet. Die untersten vier dieser Zellen sind die kleinsten, aber zugleich die an dichterem Inhalte reichsten, und sie theilen sich fortgesetzt durch horizontale Scheidewände. Dabei vertieft sich die untere Wölbung des Korpuskulum, in welcher sie eingedrängt liegen, immer mehr; je die äußersten, dem freien Zellenraume des Korpuskulum zugewandten Zellen der vier Zellenreihen, aus denen der Vorkeim nun besteht, erleiden noch fortwährend nach einander eine völlige Wiederauflösung. Es ist noch immer der ganze Raum des Korpuskulum oberhalb des Vorkeimes gefüllt mit einem Brei von solchen zarten kugeligen Zellen, wie sie mit der Keimzelle gleichzeitig unmittelbar nach der Auflösung des Cytoblasten im Korpuskulum gebildet wurden, ja diese haben sich sogar noch vermehrt. — Der Pollenschlauch wird mitunter von den ihn umgebenden Zellen des Endosperms, welche sich während der beschriebenen Vorgänge in die Dicke ausdehnen, bedrängt und so sehr zusammengedrückt, daß seine Haut an ihrem Ende platzt und der Inhalt derselben dann sich mit dem im Korpuskulum enthaltenen Zellenbrei vermengt. — Die Zellen des Vorkeims, welcher indessen noch immer aus vier Zellenreihen besteht, beginnen nun plötzlich sich stark in die Länge auszudehnen, besonders die äußersten oder zweiten am oberen Ende. Der Vorkeim wird ein vierfacher zelliger Faden und wird, da die Wandung des Korpuskulum und die mittlerweile sehr locker gewordenen und aufgeweichten Zellen des Endosperms, welche unter ihm liegen, demselben freien Spielraum gestatten, tief in das Endosperm hinabgeschoben, krümmt sich dabei aber dennoch in spiraligen Biegungen zusammen. Darauf sondern sich die vier Zellenreihen, aus welchen der Vorkeim besteht, von einander, von den untersten Zellen beginnend; es zerfällt der eine Vorkeim in vier solche. Kurze Zeit, nachdem die Zellenreihen des Vorkeimes sich trennten, beginnt in der Endzelle einer jeden, entweder sofort, oder nach noch einigen Theilungen durch horizontale Wände, die Bildung des Embryo selbst durch stetig wiederholte Theilung jeder Scheitelzelle mittelst abwechselnd rechts und links geneigter Wände, Theilung der so entstandenen Zellen zweiten Grades durch radiale, der Zellen dritten Grades durch tangentiale Längswände u. s. w.

Anlagen zu Embryonen sind hienach in dem halbreifen Samen mindestens viermal so viele vorhanden, als Korpuskula befruchtet wurden. In jedem Korpuskulum aber erreicht nur ein Embryo seine wirkliche Ausbildung, und es ist überhaupt selten, daß in einem Samen mehrere Embryonen völlig entwickelt werden. Durch einen bevorzugten werden in den meisten Fällen alle anderen völlig unterdrückt; nur geringe Spuren von den übrigen bleiben neben dem ersteren zurück. Der Vorkeim von diesem wird, indem er mit dem Endosperm verwächst, zum „Aufhänger“ des Embryo oder „Embryoträger.“

Während so das Innere der Samenknospe vielfache Veränderungen erlitt, hat auch das Aeußere derselben sich bedeutend umgestaltet. Durch das stark entwickelte, ein weißes mehlreiches und mit Oel gefülltes Zellgewebe darstellende Endosperm, ist das Zellgewebe des Knospenkernes auf eine ganz dünne Schicht zusammengedrängt, welche nun bei der Reife des Samens als eine bräunliche Haut das Endosperm umhüllt. Die Samendecke ist zu einer ziemlich dicken, holzig lederigen Haut geworden, die den platt eiförmigen Samen ganz umschließt und an welcher man nur noch eine sehr geringe Spur der Mikropyle am unteren zugespitzten Ende bemerken kann. Die Samenknöspchen standen im Anfange an der schuppenförmig gestalteten Axe, welche sie trägt, ohne Deckblättchen. Diese letzteren aber entwickeln sich während der Ausbildung des Samens ebenfalls, nehmen dabei aber unter den bedrängten Umständen, in denen sie entstehen, eine ganz eigenthümliche Form an. Das unter der Knospe entspringende Blättchen schmiegt sich nämlich, indem es sich beträchtlich hautartig ausdehnt, um die Samenknospe herum, überdeckt dieselbe völlig und verlängert sich dann noch nach oben in der Form eines großen hautigen Flügels über denselben lang hinauf, daß es bis zum oberen Rande der Schuppe reicht (Fig. 161). So findet man dann in einem ausgereiften Föhren- oder anderen Coniferenzapfen auf der inneren Seite jeder der holzigen Schuppen ein Paar großer Flügel, welche Insektenflügeln ähneln, und welche mit dem Samenkorne — dessen Befestigungspunkt an der Schuppe seit der Befruchtung gar nicht zugenommen hat und nun nach der Vertrocknung der wenigen Zellen, die ihn bilden, sich sehr leicht gänzlich lostrennt — gemeinsam abfallen, da sie auf der Vorderseite desselben angewachsen sind. Diese Flügel müssen natürlich sehr wesentlich die Verbreitung des Fichtensamens durch den Wind erleichtern. Die hautigen Flügelblätter entwickeln sich übrigens ganz unabhängig von der Samenknospe und erreichen ihre volle Größe auch dann, wenn etwa die in ihrer Achsel stehende Samenknospe unbefruchtet bleibt, und sich dann gar nicht weiter ausbildet, sondern völlig eintrocknet.

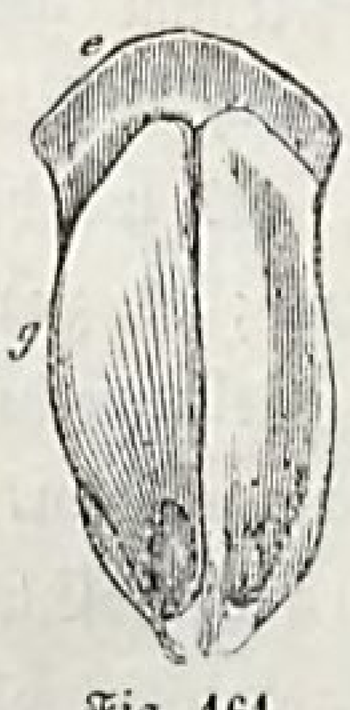


Fig. 161.
Eine samentragende Schuppe der gemeinen Föhre, von einem reifen Zapfen genommen; Ansicht der inneren Seite; natürliche Größe.*

* *e* Schuppe; *g* der eine der hautigen Samenflügel, unter welchem unten das Samenkorn bemerkbar ist; auf der andern Seite ist der Samenflügel mit sammt dem Samenkorn entfernt worden, so daß man den Eindruck sieht, welchen letzteres zurückgelassen hat.

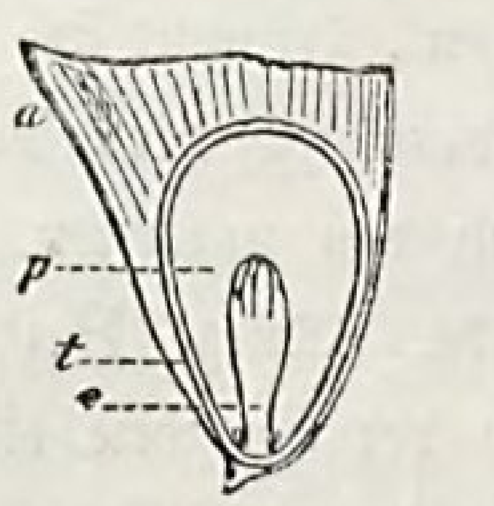


Fig. 162. Ein reifes Samenkorn der gemeinen Föhre senkrecht der Breite nach durchschnitten; vierfach vergrößert.*

* *a* Ein Theil des Flügels; *e* Embryo, an dessen Wurzelende einige unentwickelte Embryonenanlagen sichtbar sind; *p* Endosperm, den Samen ausfüllend; *t* Samendecke, innerhalb deren das Endosperm noch von den hautartigen Ueberresten des Knospenkernes bedeckt ist.

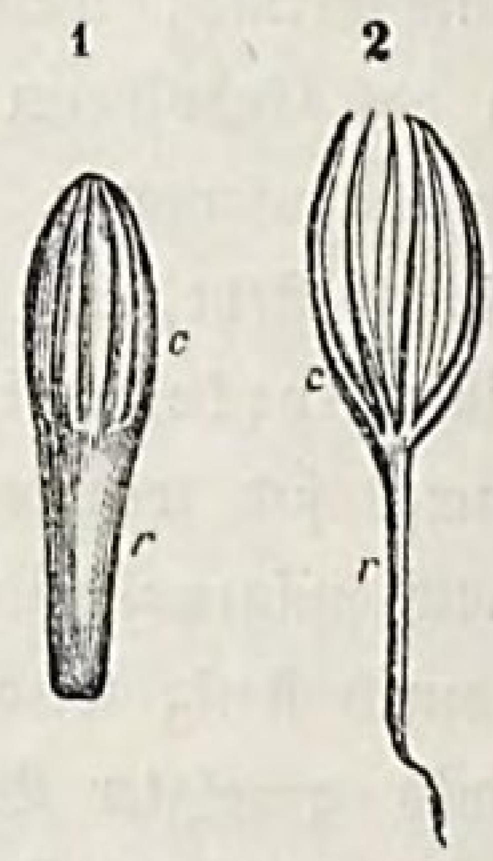


Fig. 163. Polycotyledonischer Embryo der gemeinen Föhre, vergrößert.*

* 1 Der Embryo aus dem Samenkorne genommen; *c* Cotyledonen; *r* Stengeltheil, dessen unteres Ende später zur Wurzel verlängert wird. — 2 Der Embryo im Anfange der Keimung, als Pflänzchen.

Innerhalb des Samenkornes liegt (Fig. 162), im Endosperm eingebettet, ein großer Embryo, die Spitze, welche der Wurzel der zukünftigen Pflanze entspricht, der Mikropyle zugewendet und dort durch die Zellen des Vorkeims mit dem Endosperm verwachsen; daneben stehen einige unausgebildet gebliebene Embryonenanlagen.

Der Embryo hat sich an seinem Gipfelende kolbig verdickt, und hier haben sich um die Mitte des Gipfels anfangs sechs oder sieben zellige Wärzchen erhoben, welche sich jedoch später zu kleinen pfriemförmigen Spitzchen verlängerten. Dieses sind die Cotyledonen oder sogenannten Samenlappen des Embryo, die ersten Blätter der neuen Pflanze (Fig. 163). Die Zahl dieser ist bei den verschiedenen Zapfenträgern sehr abweichend; bei der Pinie finden sich zehn bis zwölf; bei der Edeltanne und der Weymouthskiefer sieben bis neun; bei manchen Cypressen sechs, bei einigen Föhrenarten nur vier; bei der gemeinen Tanne drei; beim Eibenbaume und den Wachholdern nur zwei. Immerhin haben die meisten Zapfengewächse mehr als zwei und manche derselben viele Cotyledonen, und es erklärt sich daraus die Bezeichnung, welche man für diese ganze Klasse, mit Uebersehung der angeführten Ausnahmen, gewählt hat, indem man sie „vielsamenlappige" Pflanzen: Polycotyledoneen (polycotyledoneæ), nennt, eine Bezeichnung, welche man mit demselben Rechte auf die, freilich eigentlich wie die Eiben- und Wachholderbäume dicotyledonischen, Cykadeen ausdehnen kann.

Nach der Beschaffenheit der Fortpflanzungsorgane pflegt man die Zapfenträger in drei Familien einzutheilen. Die mit den Föhren in dieser Beziehung übereinstimmenden bilden die Familie der Abietineen oder Tannenfichten. Die zweite Familie ist die der Cupressineen oder Cypressenfichten, und die dritte die der Taxineen oder Eibenfichten.

Die Fortpflanzungsorgane der Cypressen (Fig. 164) weichen von denen der Tannen, Föhren, Kiefern und Lärchen nur in wenigen Stücken ab. Die männlichen Zapfen besitzen auf der Unterseite der Antherenschuppen eine Anzahl, bei den untersten vier, bei den oberen aber nur zwei bis drei, kapselartiger Auswüchse, welche den Pollen enthalten, und welche in ihrer Stellung und Entwicklung einerseits an die Cykadeen, andererseits an die Zapfenfarren erinnern. Die weiblichen Zapfen bestehen nur aus wenigen Schuppen, welche anfänglich sehr wenig gedrängt stehen und an welchen sich daher die Samenknospen in aufrechter Stellung ausbilden können. Die Schuppen werden bei der Reife holzig und drängen sich sechseckig zusammen, ganz wie die Schilder des Schafthalmzapfens. Der ganze Cypressenzapfen ist aber fast kugelig (Fig. 165). Noch geringer ist der Zapfen beim Lebensbaume, wo derselbe aus wenigen holzigen Schüppchen besteht. Beim Wachholder trägt die Schuppe



Fig. 164. Ein Zweig der immergrünen Cypresse (Cupressus sempervirens) mit Samenzapfen.



Fig. 165. Ein Cypressenzapfen in nat. Gr.

der kleinen männlichen Zapfen in ihrem unteren Rande fünf bis sechs, mitunter gar acht Pollenkapseln oder Staubbeutel. Die weiblichen Zapfen stehen mit seltenen Ausnahmen, wie dieses auch bei den Araucarien der Fall ist, nicht mit den männlichen auf dem nämlichen Stamme, sondern wie bei den Cykadeen muß man hier männliche und weibliche Bäume unterscheiden. Um dieses Verhältniß

zu bezeichnen, nennt man in der Botanik alle solche Pflanzen, bei welchen dasselbe stattfindet, diöcisch (gleichsam „zweihäusig"), dagegen diejenigen, bei welchen, wie bei den Tannen, Föhren, Kiefern, Lärchen, Cedern u. s. w. beiderlei Fortpflanzungsorgane auf einem Stamme vereinigt sind, monöcisch („einhäusig"). Die weiblichen Zapfen des Wachholders bestehen aus wenigen, oft nur drei Schuppen, deren jede an ihrem Grunde ein ganz an dieselbe angewachsenes Deckschüppchen, auf der inneren Seite aber ein einziges Samenknöspchen trägt. Bei der Reife werden hier die Schuppen nicht holzig, sondern fleischig, und verwachsen dabei ganz mit einander, so daß man bei der Halbreife schon eine grüne kugelige Beere mit kaum mehr erkennbaren Spuren der Schuppenränder findet (Fig. 166). Ganz reif sind die „Beeren" schwarz, durch ausgeschwitztes Harz gleichsam „bereift."



Fig. 166. Der beerenförmige Zapfen des großbeerigen Wachholders (Juniperus macrocarpa). *

* e, e Spuren der Schuppen, von denen die unteren Deckblättchen sind.



Fig. 167. Zweige des Eibenbaumes (Taxus baccata). $^1/_3$ d. nat. Gr. *

* Der obere Zweig trägt männliche, der untere weibliche Zapfen.



Fig. 168. Der beerenartige einsamige Zapfen des Eibenbaumes. *

* g Der Gipfel des Samens mit den Spuren der Mikropyle; ic die fleischige, nachträglich emporgewachsene, rothe, äußere Samenhülle; b einige der schuppenförmigen Deckblättchen des kurzen Zweiges.

Viele Eigenthümlichkeiten besitzt der ebenfalls diöcische Eibenbaum (Fig. 167). Die männlichen Zapfen mit ihren zahlreichen Staubbeuteln am Rande der Unterseite der Schuppen haben durch die Entwicklung sowohl, als durch die Form dieser Organe die vollkommenste Uebereinstimmung mit den Zapfen der Schafthalme. Sie stehen einzeln an der Spitze junger und kurzer Seitenzweige. Eine ähnliche Stellung haben auch die weiblichen Zapfen, wenn man hier von einem Zapfen reden darf. Auf dem Gipfel eines kaum aus der Knospe sich entwickelten Aestchens steht nämlich unmittelbar als Gipfelknospe der Axe selber eine einzige Samenknospe, mit offener Spitze, der Mikropyle, und von kurzen dachziegelartig sich deckenden, deckschuppenförmigen Blättchen umgeben. Um den Grund dieser Knospe wächst nach der Befruchtung ein Wulst empor, welcher einer Vereinigung blattartiger Organe entsprechen mag, und welcher bei der Befruchtung noch kaum wahrnehmbar war (Fig. 160, 1, b'), aber bei seiner weiteren Ausbildung dick und fleischig wird und den Samen fast ganz umgibt, nur am Gipfel eine Oeffnung lassend (Fig. 168). Es ist gleichsam eine zweite Knospenhülle, welche hier so verspätet nachträglich sich entwickelt. Diese fleischige, übrigens giftige Hülle wird bei der Reife scharlachroth, während der Samen äußerlich eine dunkelblauschwarze Färbung annimmt. Bemerkenswerth ist noch, daß die ursprünglich allein vorhandene Samenknospendecke beim Eibenbaume die Samenknospe auch nur umhüllt und nicht weiter, als nur am Grunde mit derselben verwachsen ist. — Sehr auffallend ist die starke Anschwellung des Pollenschlauches innerhalb der Knospe bei der Befruchtung; derselbe bedeckt den Gipfel mehrerer Korpuskula, und ein einziger befruchtet daher auch mehrere solche. — Die Stellung der Samenknospe des Taxus kann keinen Zweifel mehr lassen über die

wahre Bedeutung der Samenknospen und der samentragenden Schuppen bei den verschiedenen Zapfenträgern, so mannigfaltig und zu Täuschungen geeignet auch die Abweichungen von dieser einfachsten Anordnung bei vielen derselben sein mögen.

Die reifen und aus den Zapfen ausfallenden Samen der Coniferen sind noch keineswegs fähig, sogleich, wenn sie am Erdboden der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, zu keimen, d. h. sich zu einem neuen Pflänzchen zu entwickeln. Vielmehr bedarf der Embryo derselben einer ziemlich langen Ruhezeit, welche man die Samenruhe nennt, und während deren mit und in demselben keine unserer Beobachtung wahrnehmbare Veränderungen vorgehen. Erst nach Verlauf von zwei Jahren keimt im dritten der ausgesäete Coniferensamen. Die Veränderungen, welche bei diesem Akte mit dem Embryo vor sich gehen, zunächst die chemischen Mischungsveränderungen, welche die in den Zellen desselben enthaltenen Substanzen erleiden, sind noch sehr ungenügend bekannt. Es beginnt eine lebhafte Zellenvermehrung im Embryo, die Samenhaut wird gesprengt, das Wurzelende streckt sich hervor und der ganze Embryo befreit sich von der Hülle, während das Endosperm ganz verändert wird, wahrscheinlich vom ersten Augenblicke der Keimung dem Embryo Nahrungsstoffe darbietet, endlich aber verfaulend den Boden düngt. Während der Keimung färbt sich der Embryo grün. Das Wurzelende verlängert sich gleichzeitig mit dem Gipfel, ja noch früher, als dieser; es sucht stets den Boden, der Same mag liegen wie er will. Wir sind noch nicht entfernt im Stande, die Ursache dieser bei den Samen aller Pflanzen so allgemeinen Erscheinung anzugeben. Sobald die Keimung begonnen hat, fangen einige Zellen, während die andern sich lebhaft vermehren, durch einfache Verlängerung sich auszuzeichnen an. Die so entstandenen langgestreckten Zellen werden etwas später vollends prosenchymatisch. Sie liegen in Bündelchen in einem geringen Abstande um den Mittelpunkt herum, und während die Zahl derselben sich fortwährend vermehrt, treten die innersten Reihen derselben in der Richtung der Längenausdehnung mit einander in Verbindung und werden so die Gefäße der Markscheide. Indem nun die Axe des Keimpflänzchens sich einerseits zur Wurzel, andererseits zum Stengelchen verlängert, treten aus letzterem fortwährend nahe unter dem Gipfel, wo die Zahl der Zellen des Umfanges noch sehr gering ist, die Zellen hervor, welche die Spitzen der Blätter bilden und in denen nach einigen horizontalen Theilungen in absteigender Reihenfolge eine fortwährende Theilung in den verschiedensten Richtungen beginnt, welche am unteren Ende des Blattstieles erlischt, nachdem das Blatt seine vollkommene Form erhalten hat. Der untere Theil des Blattstieles, welcher mit dem Stengel in innigem Zusammenhange bleibt, vermehrt sich mit diesem nach der Länge und nach dem Umfange selbst noch im zweiten Jahre, und bildet so den anfangs schmalen, später aber ausgebreiteteren Wulst an der Rinde.

Das Wachsthum des Baumes ist mit fortwährenden Knospenerzeugungen und daraus hervorgehenden Verzweigungen verbunden. Die Regel der Blattstellung am ersten Stengelchen ist bis zu einem gewissen Grade maßgebend für den ganzen späteren Wuchs und die Gestalt des Baumes, indem nach derselben die Stellung der Zweige sich richtet. In zweiter Stelle hat auf die Tracht des Baumes Einfluß die sich bei jeder Art immer in der Hauptregel gleich bleibende Ordnung, nach welcher in den meisten Blattachseln keine Zweigknospen entstehen, während in andern solche ausgebildet werden. Endlich kommt noch hinzu die Richtung, welche die Zweige

ersten Grades gegen den Stamm, und die Zweige zweiten, dritten Grades u. s. w. gegen diejenigen, aus welchen sie entspringen, einhalten, und welche entweder stets unverändert bleibt, oder mit der Zeit eine gewisse Modifikation erleidet. Ein Umstand, welcher die Tracht eines Baumes völlig ändern kann, ist das durch mancherlei äußerliche Einflüsse nicht selten eintretende Zurückbleiben des Stammes im Verhältniß zu den Zweigen, und in Folge dessen eine vorherrschende Ausbildung und ein Bestreben der letzteren, sich selber gleichsam an die Stelle des Stammes zu setzen. Es entsteht daraus ein „strauchiger" oder buschartiger Wuchs. Ein solcher wird bei manchen Coniferen durch ein kaltes, rauhes Klima hervorgerufen. In den höheren Gebirgsgegenden, sowie in der kalten Zone werden unsere Tannen und Föhren krumzweigige Büsche, ja die Alpenföhre oder Krummholzkiefer (Pinus pumilio) kennt man gar nicht anders. Ebenso kennt man im nördlichen Deutschland nur den höchstens sechs bis acht Fuß hohen „Strauch" des gemeinen Wachholders (Juniperus communis), während man denselben in der Schweiz als dreißig bis vierzig Fuß hohen dickstämmigen Baum findet. — Mehrere Fichten werden die höchsten Bäume der Erde; die gemeine Föhre erreicht eine Höhe von 80 bis 120 Fuß, die Weymouthskiefer wohl 150 und ebenso die Edeltanne, die gemeine Tanne und die kanadische Hemlocktanne in Nordamerika; die Araucarien Südamerika's aber sollen bis 220 Fuß hoch werden und übertreffen demnach alle andern bekannten Gewächse.

Es ist unbekannt, welche Ursache dem wachsenden Baume endlich Halt gebietet. Man weiß wohl, daß der Baum in den verschiedenen Perioden seines Wachsthumes eine sehr verschiedene Zunahme in die Länge und in die Dicke zeigt, und es beruht eine wichtige Aufgabe des Forstmannes darin, die Wälder gerade in der Zeit dem Schlage zu unterwerfen, wo die zunahmreichste Wachsthumsperiode der Bäume vorüber ist. Man weiß auch, daß endlich ein Zeitpunkt eintritt, mit welchem der Baum aufhört, sich höher zu erheben, und wo derselbe durch unregelmäßiges Fortwachsthum einzelner Zweige verkrüppelt. Und alle diese unaufgeklärten Erscheinungen schließen nach dem Laufe der Natur endlich damit, daß der Baum völlig abstirbt. Dieses geschieht nicht leicht plötzlich und auf einmal, sondern mit dem höheren Alter vermehrt sich die Zahl abdorrender Zweige; endlich verdorrt auch der Gipfel des Stammes, während einzelne der ältesten Zweige noch fortwachsen. Ja, mitunter vermorscht durch die Verwesung des verdorrten und immerfort dem Einflusse der Atmosphäre ausgesetzten Holzes der größte Theil des Baumes, während noch immer ein Stück des Stammes mit einem grünenden Zweige zurückbleibt. Das Kernholz, welches früher oder später gänzlich aufhört, sich an den Lebensvorgängen im Körper des Baumes zu betheiligen, geht bei alten Bäumen in modernde Fäulniß über, von welcher die braune Färbung des alten Holzes wohl schon das erste Zeichen des schwachen Anfanges ist. Das Wachsthum und Leben des Baumes leidet an und für sich durch diesen Vorgang nicht. So lange nur das Splintholz nebst dem Cambium und der Rinde unversehrt bleibt, stirbt der Baum nicht ab, wenn auch der Stamm innen durch die Fäulniß gänzlich hohl wird. Dagegen eine Zerstörung der Schichten des Umfangs, besonders des Cambium, ja selbst die Unterbrechung des Zusammenhanges dieses wichtigen Sitzes und Weges des Lebens in der Pflanze, wäre es auch nur durch einen fingersbreiten Schnitt rings um den Stamm, führt rasch das Absterben des

Baumes herbei. Daher die gefährliche Wirkung der unter der Rinde Gänge nagenden Borkenkäfer. — Bemerkenswerth ist die Eigenthümlichkeit der Coniferen, daß bei ihnen nie außerhalb der Blattachseln stehende Knospen, sogenannte Adventivknospen, gebildet werden, wie solches doch bei anderen Bäumen unserer Wälder so häufig beobachtet werden kann, und daß in Folge dessen ein abgehauener Fichtenstamm nie junge Sprossen, sogenannten Stockausschlag, zu erzeugen im Stande ist. Ebenso bilden sich auch niemals Adventivwurzeln am Stamme oder an den Zweigen, und es gelingt aus diesem Grunde nie, einen Tannenzweig dadurch, daß man denselben in die Erde steckt, zum Steckling zu machen, d. h. dazu zu bringen, daß derselbe Wurzeln schlage und fortwachse.

Kaum bedarf es wohl einer Hinweisung auf den ausgedehnten Nutzen, welchen fast ohne Ausnahme die Pflanzen dieser wichtigen, in forstwirthschaftlicher Hinsicht geradezu wichtigsten Klasse dem Menschen gewähren. Alle liefern ein treffliches Holz zum verschiedensten Gebrauche, das festeste und dichteste diejenigen Gattungen, welche am langsamsten wachsen, zum Theil von großer Schönheit, wie das der Cypressen, der Wachholder und der Eiben. Letzteres gehört zu den schönsten und dauerhaftesten Hölzern. Sein Wachsthum ist ein äußerst langsames, die „Jahresringe" sind ihrer Feinheit wegen oft kaum zu zählen; dabei sticht das weißgelbe Splintholz der jüngsten Schichten eigenthümlich gegen das dunkelrothbraune Kernholz ab. Das Holz der Cedern und mancher Wachholderarten ist durchdrungen von wohlriechendem Cedernöle und deßhalb sehr geschätzt. — Ein wichtiges Produkt der Föhren fängt erst in neuester Zeit an ausgebeutet zu werden, nämlich die sogenannte „Waldwolle," die der Baumwolle ähnlichen Bastfasern der Nadeln, welche man aus diesen durch ein ähnliches Verfahren gewinnt, wie den Flachs und Hanf aus den Lein= und Hanfpflanzen. — Das Harz und Terpentinöl der Fichten wird sehr allgemein, theils nur eingesammelt, wo es freiwillig aus den Bäumen trieft, theils durch künstliche Beförderung aus den Bäumen oder aus dem Holze gezogen. Die verschiedensten Arten von Pech und Harz, Terpentin und Terpentinöl sind im mannigfaltigsten Gebrauche. Manche dieser Stoffe werden ihres Wohlgeruches wegen sehr geschätzt und heißen Balsame, Weihrauche u. s. w. Andere dienen in Terpentinöl aufgelöst als Firniße, wie besonders das farblose Harz der Dammarfichte (Dammara alba). Einige dieser Bäume liefern auch Gummi, wie die Lärche, welche diese Substanz im Herbste, Harz dagegen im Frühling enthält, und welche aus ihren Nadeln in südlichen Gegenden Zuckersaft ausschwitzt, der eingetrocknet Mannazucker zurückläßt. Terpentinöl, „Krummholzöl" und andere von Fichten gewonnene Substanzen sind altberühmte Arzneimittel. Die Beerenzapfen der Wachholder sind reich an balsamischem flüchtigem Wachholderöle und daher beliebte Räucherungsmittel, sowie ein arzneilich wirkender Zusatz zum Wachholderbranntwein (Genèvre). Die Samen einiger Nadelbäume, wie die der Pinie im nördlichen Italien, und die sogenannten „Nüsse" der Arvenkiefer in den Alpen werden gegessen.

Manche Coniferen erreichen ein außerordentlich hohes Alter. Die gemeine Tanne, von welcher man einzelne Bäume kennt, deren Stamm am unteren Ende einen Durchmesser von 10 Fuß besitzt, muß nach der geringen Dicke, welche die Jahresringe bei dieser Gattung zu haben pflegen, weit über 1000 Jahre alt werden.

Der Eibenbaum wird jedenfalls mehrere Jahrtausende alt. Auf dem Friedhofe von Fortingal in Schottland stand noch vor kurzem ein solcher, welcher innen bis an die Rinde hohl war und nur noch wenige Blätter hatte, dessen Durchmesser aber 18 Fuß betrug. In Hedsor in Buckinghamshire in England steht ein vollkommen gesunder Stamm von 27 Fuß Durchmesser. Da die Jahresringe des Eibenbaumes so fein sind, daß man durchschnittlich höchstens $1/_{12}$ Zoll auf jeden derselben rechnen kann, so würden obige Bäume demnach 2592 und 3888 Jahre alt sein; doch findet man häufig Eibenbäume, welche sichern Nachrichten zu Folge 200 Jahre alt sind, nicht viel über ½ Fuß dick; hienach wäre obige Rechnung noch viel zu gering. Die amerikanische Eibencypresse (Taxodium distichum) liefert ähnliche Beispiele. Die „Cypresse Montezumas" ist ein solcher Baum, welcher schon zur Zeit der Eroberung Mexicos durch die Spanier wegen seines Umfanges und Alters berühmt war. Ein anderer solcher Baum bei der Stadt Oaxaca von 38 Fuß Durchmesser muß nach geringer Berechnung gegen 6000 Jahre alt sein.

Fast über die ganze Erde sind die Nadelgewächse verbreitet und bilden die herrlichen, mit Ausnahme der nur sommergrünen Lärche, immergrünen Nadelwälder.

Im Allgemeinen trifft man sie, besonders die geschlossenen Waldungen, in welchen die eine oder die andere Fichtengattung fast ausschließliche Baumart ist, mehr in gemäßigten und kalten Gegenden an. Der kältere Theil der gemäßigten Zone ist am reichsten an Nadelwaldungen, sowohl in Europa, Skandinavien und Rußland, als auch in Asien, Sibirien, und in Nordamerika die von den Britten in Anspruch genommenen Besitzungen, und der größte Theil der Vereinigten Staaten. In Südamerika sind ungeheure Waldungen der Andestannen. Je mehr man von Nord und Süd der heißen Aequatorialzone sich nähert, desto mehr verschwinden die Fichten. Nur einzeln noch stehen sie in den Laubwaldungen; auf den Gebirgen, in den kälteren Höhen haben sie wieder das Uebergewicht. So unterscheidet man auf der Erde nach der geographischen Verbreitung eine „Zone der Nadelwälder," deren Lage in obigen Ländern bezeichnet ist, wo in den niedrigsten Gegenden die Fichten dicht geschlossene Waldungen bilden — und nach der Höhenverbreitung eine „Region der Nadelwälder," welche in der Zone der Nadelwälder mit der tiefsten Ebene zusammenfällt, im nördlichen Deutschland sich von der Ebene bis [illegible] Höhe von 2500 Fuß erhebt, in den Alpen der Schweiz nicht unter 4000 Fuß herab, dagegen bis 5500 Fuß in die Höhe steigt und in den Tropenländern auf die Höhe von 8000 bis 12000 Fuß über dem Meeresspiegel beschränkt ist. Das langsame Wachsthum der Fichten, besonders auch bei den im Allgemeinen hiedurch nicht gerade ausgezeichneten, in den ersten Jahren nach der Keimung, bringt es mit sich, daß diese Gewächse sehr leicht von andern Pflanzen überholt und unterdrückt werden, wo nicht die rauhere Beschaffenheit des Klimas, welche sie selber weniger scheuen, als unsere meisten Laubbäume, jene zurückhält und ihnen das Aufkommen dadurch sichert. So hat man im Harzgebirge allgemein die Erfahrung gemacht, daß die Birke, ein selber kälteres Klima liebender Baum, dort überall sich von selber aussäet und ohne beständige Fürsorge der Menschen das Aufkommen junger Fichtensaaten von der dort ungeheure Wälder bildenden gemeinen Tanne fast unmöglich macht, indem sie dieselben unterdrückt. Dagegen in Skandinavien ist die Birke selber bedeutend schwieriger in ihrem Aufkommen, und sie hindert dort

die Fichten weit weniger, obwohl sie auch in solchen Gegenden noch als geringer Busch fortkommt, wo Fichten gar nicht mehr gedeihen.

In früheren Perioden der Erde waren zapfentragende Gewächse sehr verbreitet. Dieselben sind eine der ältesten Klassen, von welchen uns erkennbare Ueberreste in den Schichten der Erde aufbewahrt geblieben sind. Schon in den Steinkohlenablagerungen (Fig 169 und 170) kommen solche sehr ausgezeichnet vor; sie bildeten damals mit Laubfarren- und Zapfenmoosbäumen, sowie mit den Cykadeen gemeinsam, wie es scheint, ausschließlich die Wälder der Erde und waren zu jenen Zeiten die einzigen Samenpflanzen. Auch in den folgenden Perioden haben zahlreiche Gattungen derselben existirt, ja es scheint, daß dieselben verhältnißmäßig noch zugenommen haben. In den Schichten der Trias (Fig. 171) hat man bereits Ueberreste entdeckt, welche eine nicht geringe Uebereinstimmung mit den heutigen Araucarien verrathen. In der Oolithformation (Fig. 172) kommen neue, eigenthümliche Formen vor, deren kurze dachziegelartige Blattschuppen an die Lebensbäume erinnern. Die an Landprodukten in den jetzt auf dem Festlande Europa's liegenden Theilen so arme Kreideformation hat auch von Pflanzen dieser Klasse bisher wenig Erhebliches

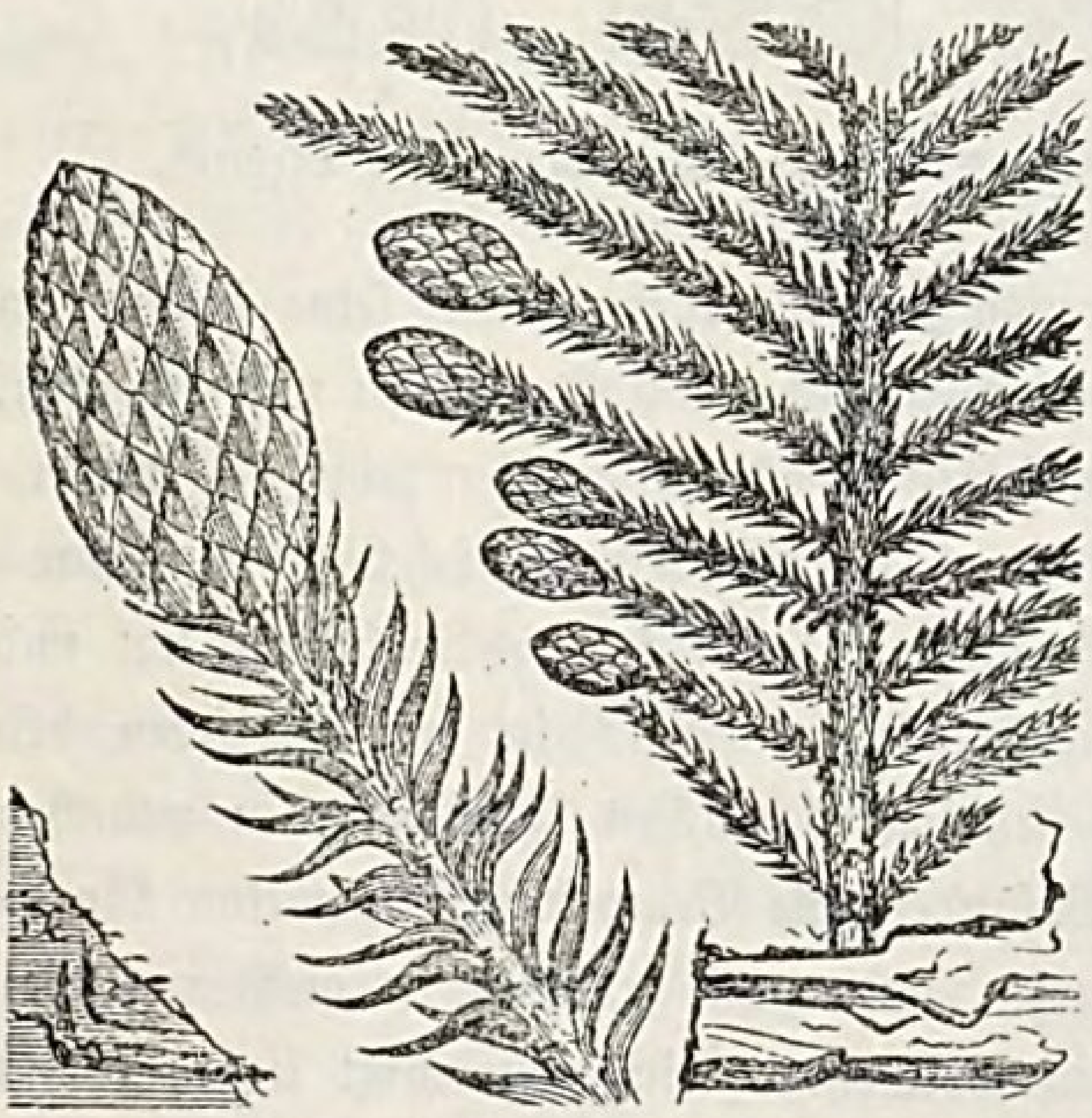


Fig. 169. Walchia Schlothheimii aus der Steinkohlenformation. Fig. 170. Walchia hypnoides aus der Steinkohlenformation.



Fig. 172. Brachyphyllum aus der Oolithformation.



Fig. 171. Voltzia heterophylla aus dem bunten Sandsteine.

geboten; dagegen in den Braunkohlenablagerungen der Tertiärperiode sind vielfache Anhäufungen von solchen zu finden. Besonders sind hier nicht selten ganze Baumstämme — zu Friesdorf bei Bonn fand man im Braunkohlenlager einen aufrecht stehenden Tannenstamm von 11 Fuß Durchmesser mit 792 Jahresringen — und Zweige, deren Holz noch deutlich erkennbar ist und unter dem Mikroskope untersucht werden kann. Eine Abbildung von solchem Braunkohlenholze, welches durch die Doppelreihen seiner Tüpfel an die Eigenthümlichkeit der jetzigen Araucarien, welche letztere gegenwärtig einzig den Ländern der südlichen Halbkugel angehören, erinnert (Fig. 173), haben wir schon zur Erläuterung der Holzstruktur der Coniferen im

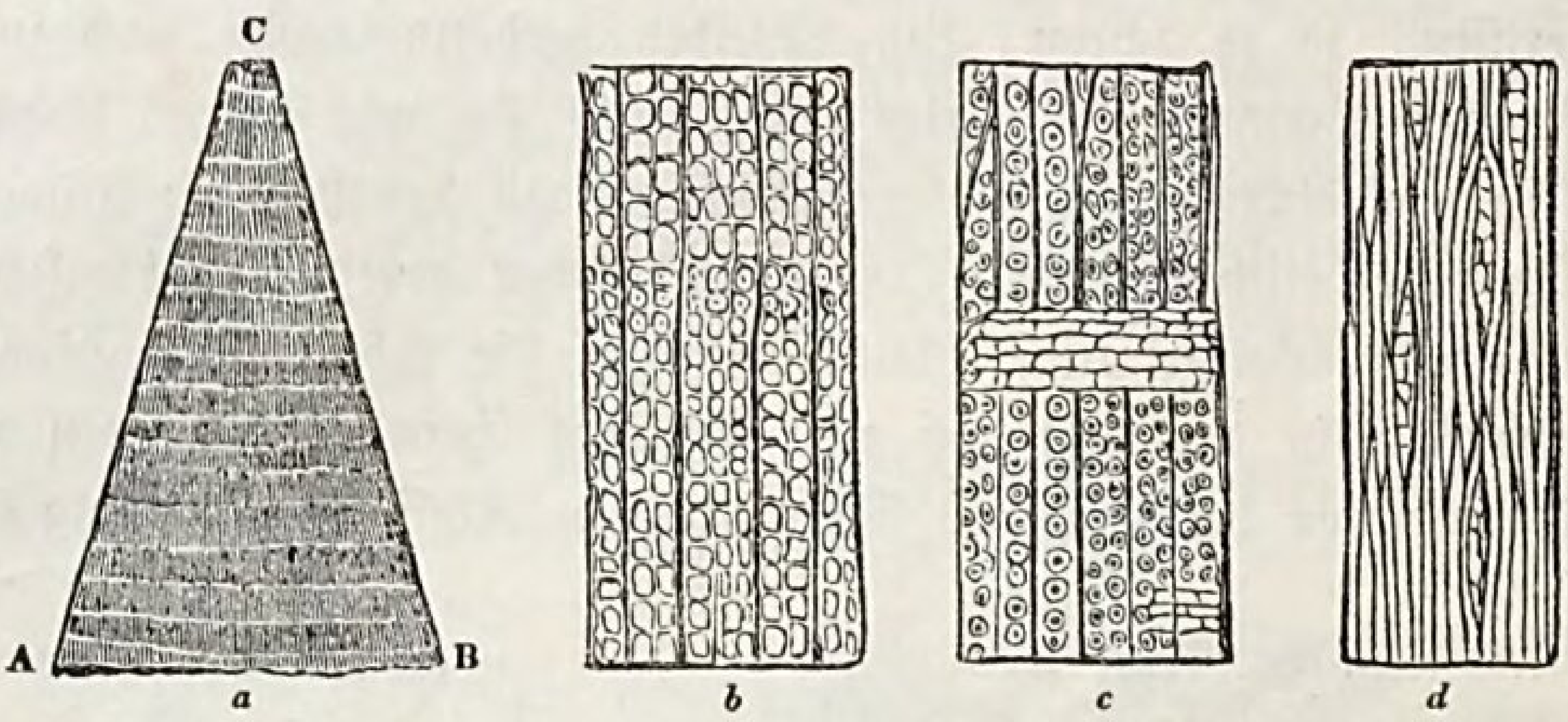


Fig. 173. Fichtenholz aus der Braunkohle nebst mikroskopischer Darstellung seiner Struktur.

Allgemeinen benutzt. Es ist solches Holz von Zapfenträgern durch seine unter dem Mikroskope wahrnehmbare Struktur leicht von allen andern Holzarten zu unterscheiden, indem es nie Spuren von Gefäßen zwischen seinen Prosenchymzellen zeigt. — Außerordentlich häufig war während der Tertiärbildungen die Bernsteinfichte (Pinus succifer), deren Harz, der bekannte schöne Bernstein, sich so wohl erhalten hat und theils noch in den Lücken der Braunkohlenholzstücke, theils in frei zwischen den Kohlenmassen verstreuten Brocken, ja oft sehr beträchtlichen Klumpen, in manchen Gegenden so massenhaft gefunden wird. Besonders die Braunkohlenformation Norddeutschlands ist reich an diesem fossilen Harze, und man gräbt es in mehreren Gegenden Preußens theils aus dem Sande, in welchem es eingeschwemmt liegt, theils sammelt man es an den Meeresküsten, wo die Fluthen es aus dem Untergrunde des Meeres herauswühlen und mit Tangen an die Ufer werfen. Der Bernstein ist fast noch unverändertes Harz, denn er enthält neben einem besondern ätherischen Oele, dem Bernsteinöle, welches ihn zur Räucherung tauglich macht, zwei verschiedene Harzarten und daneben, wahrscheinlich als Produkte einer begonnenen Vermoderung, ein Bitumen, aus Kohlen- und Wasserstoff bestehend, und eine Säure, die Bernsteinsäure. Die Bernsteinfichte muß in der Tertiärzeit weit verbreitet gewesen sein. Man findet in den Bernsteinmassen häufig wohl erhaltene Insekten und Theile anderer Pflanzen, welche uns manchen Aufschluß geben über die damaligen Wälder und ihre Bewohner. In den Tertiärperioden fanden sich die neuen Coniferengattungen, aber in völlig gegen früher veränderter Gesellschaft. Zahlreiche Samenpflanzen, großentheils von höherer Vollkommenheit als sie, hatten sich seit der Oolithformation mehr und mehr eingestellt; sie waren nicht mehr die Fürsten der Pflanzenwelt, seit Palmen ihre Laubgipfel in den Lüften wiegten. Mehr und mehr, so scheint es, wurden sie in die unfreundlicheren, kälteren Gegenden

der Erde zurückgedrängt, in denen ihre späten Nachkommen, die heutigen Zapfenträgerarten, die Schönheit des kurzen Sommers durch die lange Winterszeit nachträumen.

Rückblick.

Die Cykadeen und Coniferen zeichnen sich durch mehrere gemeinsame Merkmale vor allen übrigen Pflanzen aus. Die Bezeichnung „Polycotyledoneen" oder „vielsamenlappige" Gewächse ist sehr wenig geeignet, sie zu charakterisiren, da sie nur auf die Mehrzahl derselben, nicht aber auf alle Gattungen paßt. Würde man sie dagegen „polyembryonische" Pflanzen nennen, so wäre damit allerdings eine allgemeinere Eigenthümlichkeit bezeichnet, indem wirklich sowohl bei den Cykadeen, als auch bei sämmtlichen Coniferen die Entwicklung der Anlage zu mehreren Embryonen, von denen freilich immer nur einer ausgebildet wird, in einem Samen regelmäßig zu beobachten ist, und diese Polyembryonie keiner andern Pflanzenklasse zukommt. Kaum kommt ausnahmsweise etwas Derartiges mitunter bei einigen Dicotyledoneen vor, und nur die Citronen liefern uns aus dieser letzteren Klasse ein Beispiel regelmäßiger Entwicklung und sogar keimfähiger Ausbildung mehrerer Embryone in einem Samen, so daß wirklich aus einem Citronenkerne mehrere junge Pflanzen entstehen. — Man hat die Cykadeen und Coniferen auch mit dem Namen Gymnospermen, d. h. nacktsamige Pflanzen, bezeichnet. Wirklich sind diese beiden Klassen die einzigen, deren Samen ohne irgend welches schützende und einschließende Organ frei der äußeren Luft dargeboten sind. Bei allen anderen samentragenden Pflanzen ist der Stengeltheil, an welchem Samenknospen, sei es einzeln oder gruppenweise beisammen, entspringen, umschlossen von einem mehr oder weniger kapselartigen Behälter, welcher aus einem oder mehreren frühzeitig entwickelten, eigenthümlich mit ihren Rändern zusammenschließenden und bald zu einer grünen Hülse, bald zu einer steinigen Schale, bald zu einer fleischigen Obstfrucht sich umgestaltenden Blättern besteht. Man nennt dieses Behälters wegen, der die Samenkörner umschließt, alle samentragenden Pflanzen, im Gegensatze zu den nacktsamigen Cykadeen und Coniferen, hüllsamig, und diese Benennung verdienen gemeinsam alle sämmtlichen Monocotyledoneen und Dicotyledoneen, mit Ausnahme der einzigen gymnospermischen kleinen Familie der Loranthaceen, zu denen keine andere bei uns einheimische Pflanze gehört, als nur die auf Zweigen von Obstbäumen so häufig schmarotzerisch wachsende Mistel (Viscum album).

Die Cykadeen besitzen nur sehr unvollkommene Blätter; wie die Laubfarren tragen sie dagegen in ihren Wedeln Zweige, welche blattartig und vollkommen zum Ersatze der Blätter geeignet sind. Dagegen sind diese Wedel eben sehr unvollkommene Zweige, dem Stamme sehr wenig ähnlich und nicht fähig, weitere Zweige zweiten Grades u. s. w. aus sich zu erzeugen. Die Coniferen besitzen ächte Zweige, welche zwar immerhin durch ihre in einer Ebene bleibende Verästelung und ihr begrenztes, weit hinter dem Stamme zurückbleibendes Wachsthum meistens noch sehr an die Wedel der Farren und Cykadeen erinnern, welche aber keineswegs,

wie jene, selber den Dienst von Blättern versehen, sondern mit ächten Blattorganen, den Nadeln, dicht besetzt sind. Bei einigen, den Föhren und ihren nächsten Verwandten, stehen solche, wirklich ausgebildete Blätter nur an den Spitzen der ganz kurz bleibenden Aestchen, welche am Umfange der Zweige entspringen, und die Zweige selbst tragen unmittelbar nur Spreublättchen oder lederige Schüppchen, welche uns die „Spreublättchen" der Laubfarrenwedel nochmals lebhaft ins Gedächtniß zurückrufen. Auch die Nadeln selbst sind immerhin nur in sehr geringem Grade zu dem Dienste vollkommener Blätter geschickt und werden im gewöhnlichen Leben kaum für solche angesehen. Durch ihre große Menge und die Beständigkeit derselben wird der Mangel einigermaßen ersetzt, welcher durch ihre verkümmerte Form bedingt ist.

Lange Perioden der Schöpfung verstrichen, während deren es auf der ganzen Erde keine vollkommenere, als wedeltragende und mit schmalen Nadelblättern versehene, nacktsamige Pflanzen gab. Erst während der Ablagerung der Jurabildung und der Kreideformation erschienen hüllsamige und mit ausgebreiteten Blättern versehene Monocotyledoneen und Dicotyledoneen, von welchen wieder die ersteren meistens in Erzeugung kolossaler Blätter (Palmen, Pisange) sich erschöpften, ohne sich erheblich zu verzweigen, während die letzteren endlich mit mäßigeren Blattformen, mit dem Stamme fast gleichkommenden Zweigen und vielfachen Verästelungen die mannigfaltige und fast unbegrenzte Entwicklungsfähigkeit erreichten, welche wir bei den belaubten Kronen unserer sommergrünen Waldbäume bewundern.

Uebersicht der hüllsamigen Pflanzen.

I. Klasse: **Einsamenlappige.** Monocotyledoneae.
II. Klasse: **Zweisamenlappige.** Dicotyledoneae.

I. Klasse. Die einsamenlappigen Pflanzen oder Monocotyledoneen.

Die sämmtlichen samentragenden Pflanzen, deren Stengel oder Stamm auf einem Querschnitte weder mehrfache einander umschließende Jahresringe von Holzbündeln (Prosenchym- oder Gefäßbündeln), noch überall eine solche ringförmige Anordnung der Holzbündel zeigt, und bei denen man folglich kein mittleres Markparenchym von einem äußeren Rindenparenchym zu unterscheiden vermag, gehören in diese Pflanzenklasse. Beispiele sind die Lilien und alle Zwiebelgewächse (Fig. 174), die Gräser (Fig. 182), die Binsen, die herrlichen Orchideen (Fig. 175) unserer Wiesen und unserer Treibhäuser, die Palmen und Pandanen (Fig. 176) u. s. w. Bei allen ist das Parenchym des Stengels oder Stammes von zahlreichen, vereinzelten Holzbündeln durchzogen, deren Anordnung keine bestimmte Gruppen auf dem Querschnitte erkennen läßt, sondern scheinbar völlig regellos zerstreut ist (Fig. 177). Man unterscheidet die Monocotyledoneen äußerlich leicht von den sämmtlichen Sporenpflanzen sowohl, als von den Gymnospermen; eben so leicht aber

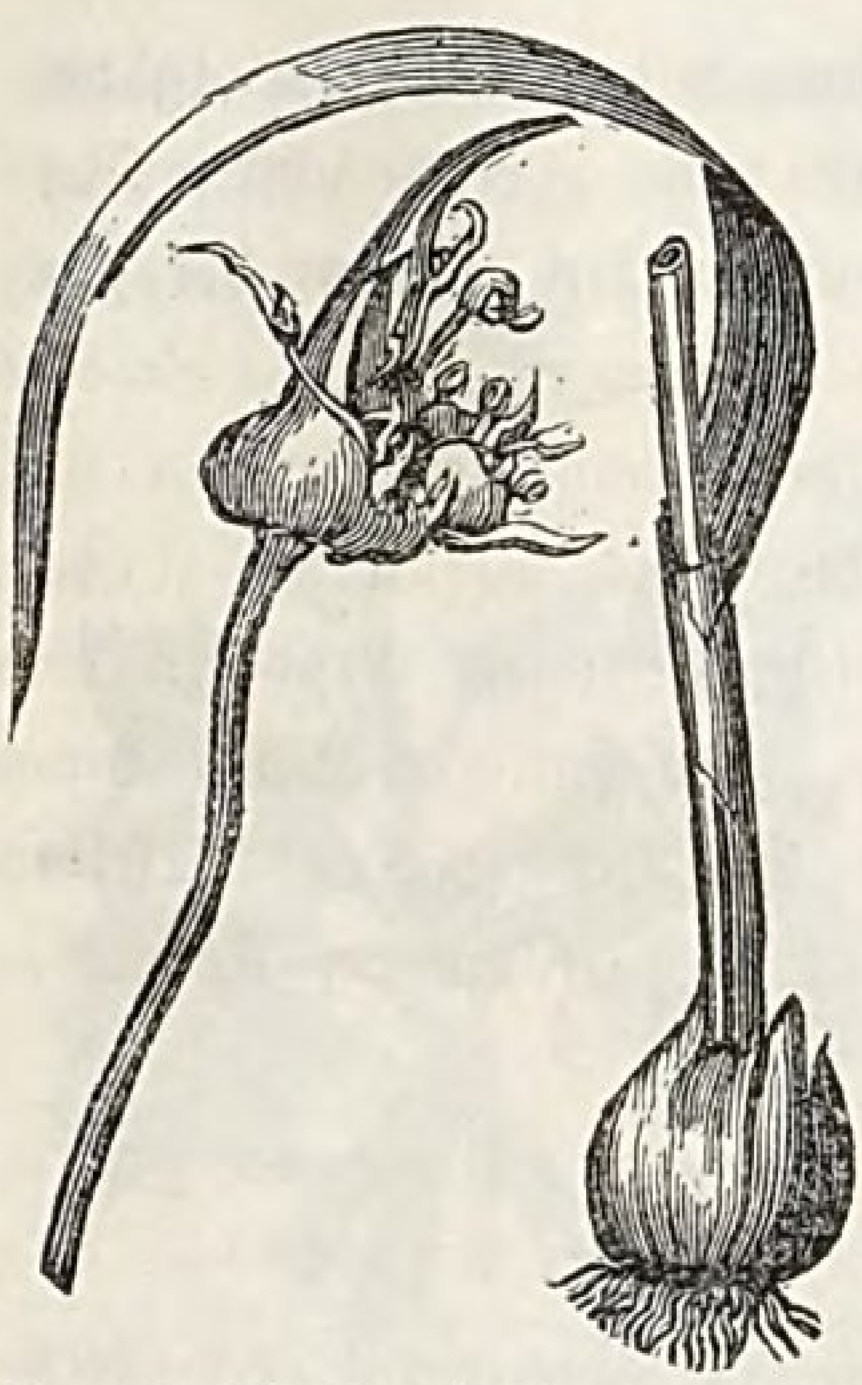


Fig. 174. Die Knoblauchpflanze (Allium sativum).

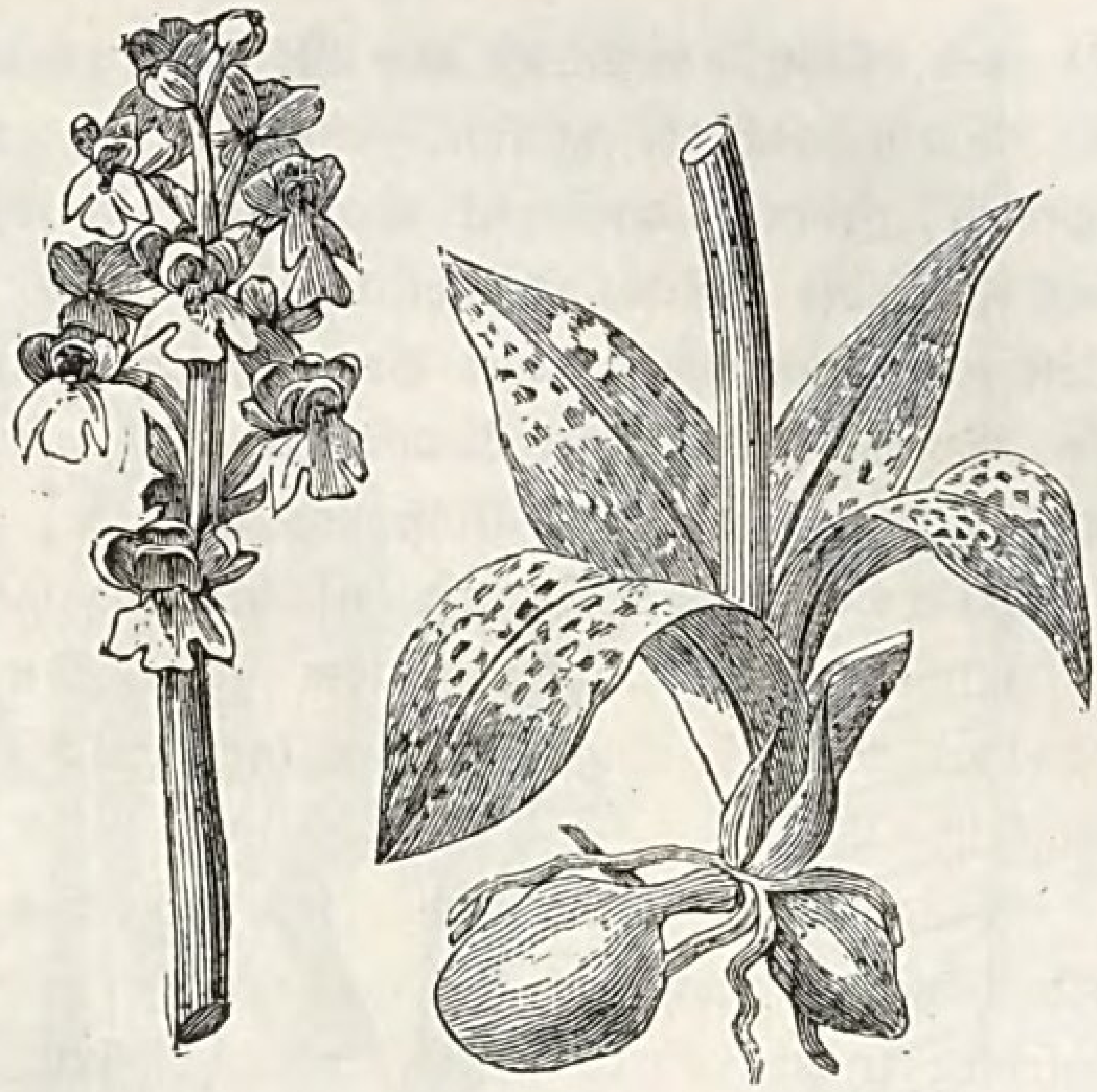


Fig. 175. Die Salepорchis (Orchis mascula).

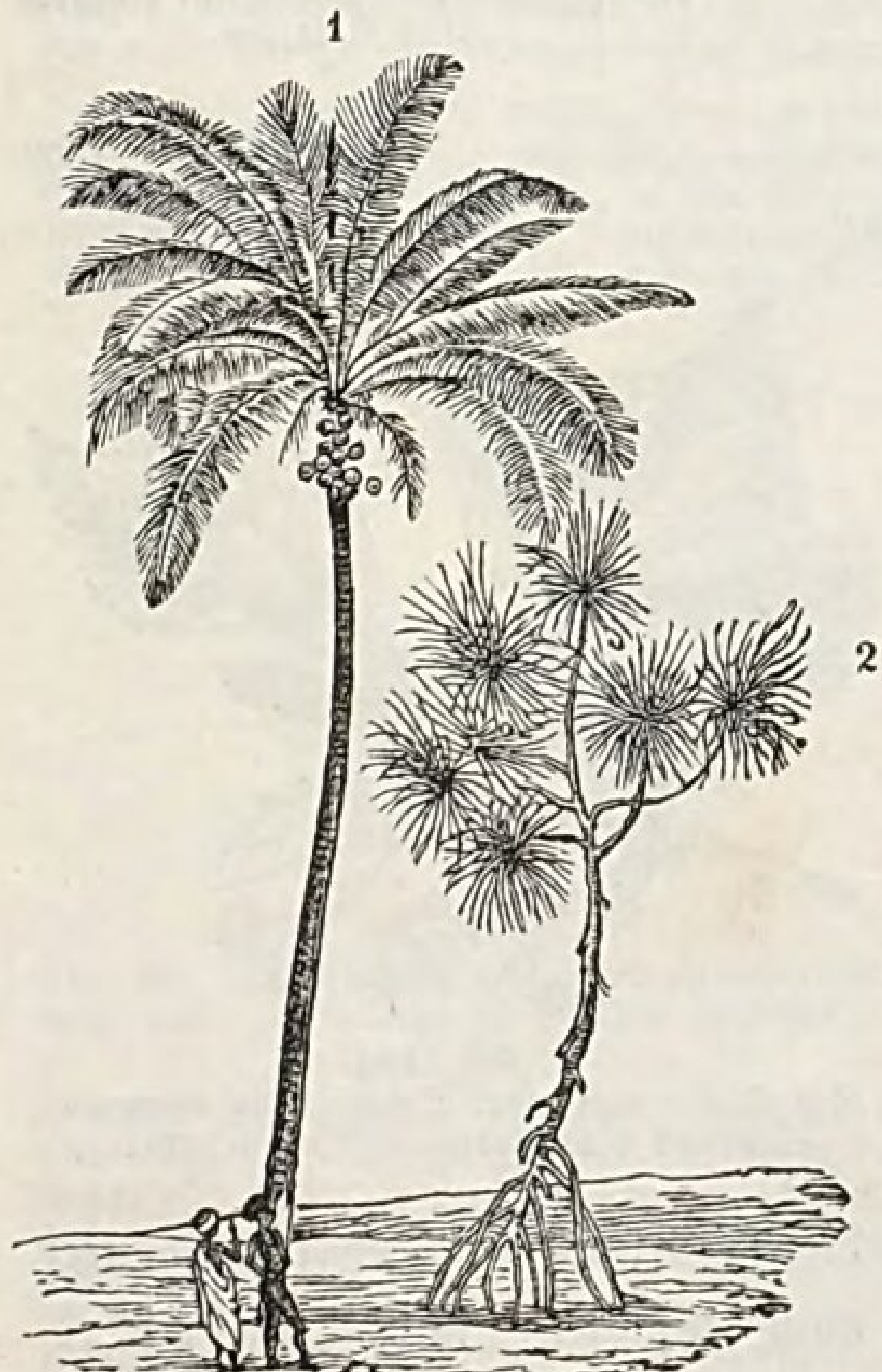


Fig. 176. Zwei monocotyledonische Bäume, die zu zwei verschiedenen Familien gehören; der eine (1) zu der Familie der Palmbäume, der Kokosbaum (Cocos nucifera); der andere (2) zu der Familie der Pandaneen, der Baquois oder Bacoua (Pandanus odoratissimus). Der erste liefert ein Beispiel von einem einfachen, der zweite von einem ästigen Stamme. Man hat zwei menschliche Figuren an dem Fuße derselben angebracht, um ihre Höhe anzuzeigen.

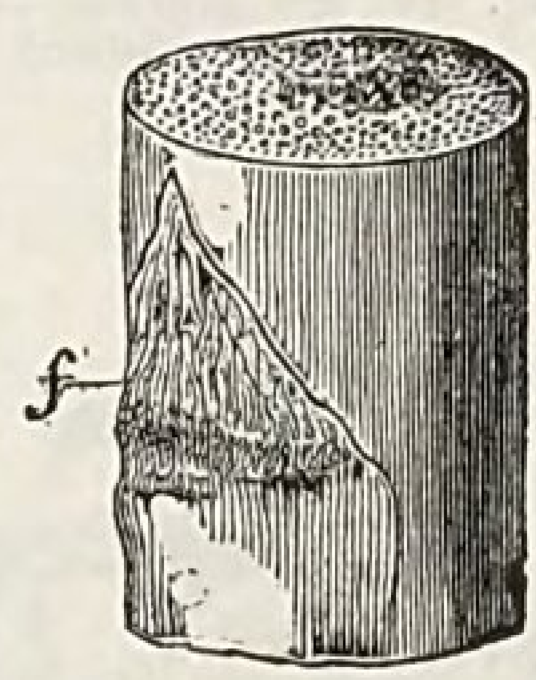


Fig. 177. Ein Stück eines monocotyledonischen Stengels — vom gemeinen Spargel (Asparagus officinalis) — wo die Punkte auf dem Schnitte die Gefäß- und Prosenchymbündel andeuten; *f* ein schuppenförmiges Blatt.



Fig. 178. Das italienische Hirsegras (Setaria Italica) mit parallelaberigen Blättern.

auch von den Dicotyledoneen. Die Blätter derselben zeigen nämlich sogenannte Adern oder Nerven, d. h. Gefäß- und Prosenchymbündel, welche man als farblosere und oft auf der Unterseite erhaben hervorragende Linien leicht mit bloßem Auge äußerlich wahrnimmt, und welche alle mit dem Rande des Blattes ziemlich parallel gehen, und somit einen geraden oder schwach bogenförmigen Verlauf haben (Fig. 178), oder aber von einem oder mehreren, die Länge des Blattes durchziehenden Hauptbündel in einem Bogen sich abzweigend, als unter sich parallele Nebenbündel zum Blattrande verlaufen (Fig. 179), und dabei sich wenig oder gar nicht innerhalb des Blattes verästeln. Man könnte aus

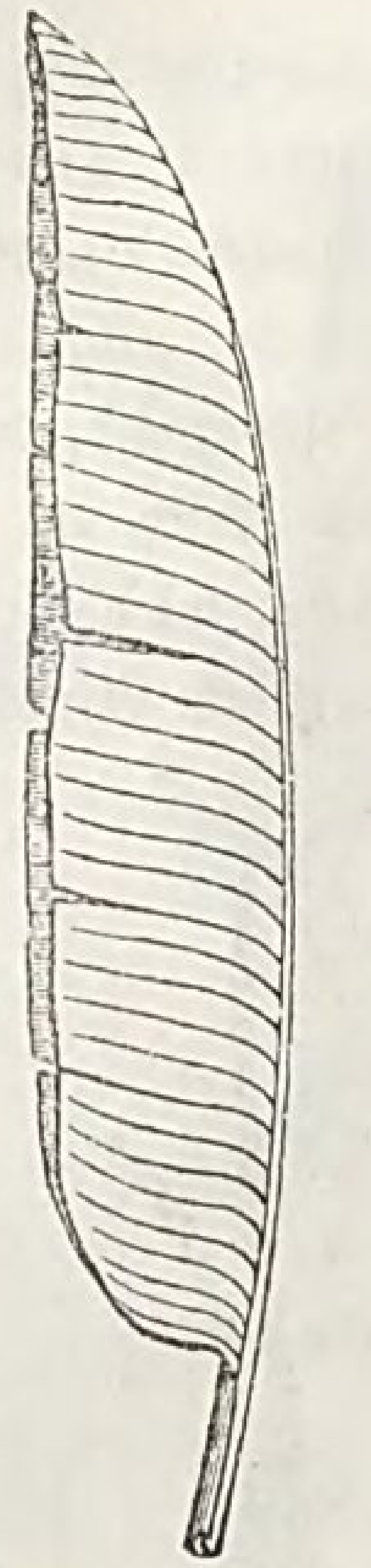


Fig. 179. Sehr verkleinertes Blatt von einem Bananenbaume (Musa paradisiaca) mit einem Hauptbündel, der Mittelrippe, und parallelen Nebenadern.

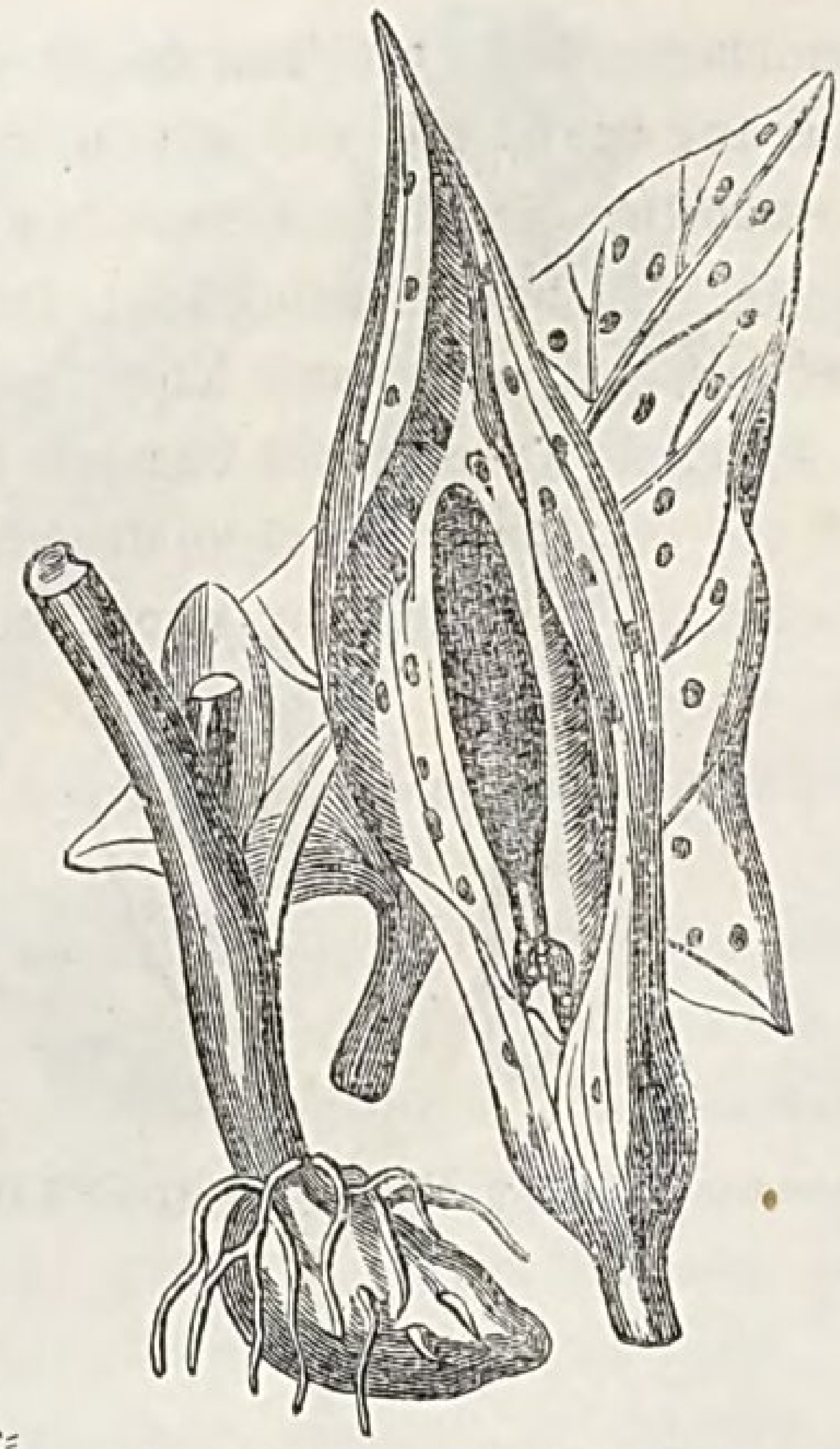


Fig. 180. Die gefleckte Aaronswurz (Arum maculatum).



Fig. 182. Das gemeine Feigwarzenkraut (Ficaria ranunculoides), eine dicotyledonische Pflanze mit netzaderigen Blättern.



Fig. 183.
Ein Zweig von einer Linde (Tilia europaea), ebenfalls dicotyledonisch und netzaderig.



Fig. 181. Die Igname oder Yamspflanze (Dioscorea sativa).

diesem Grunde die Monocotyledoneen auch Pflanzen mit „paralleladerigen" oder „parallelnervigen" Blättern nennen; doch machen die Aronartigen (Fig. 180) oder Kolbengewächse (Aroideae), die Maiblumenartigen (Smilaceæ), nebst den Ignamen (Fig. 181) oder Dioskoreen (Dioscoreæ) mehr oder minder eine Ausnahme, indem bei ihren Blättern die Adern sich in verschiedenartigen Richtungen verbreiten, sich verästeln und unter einander netzartig verbinden, wenn gleich selten in ähnlicher Weise, wie dieses bei den Dicotyledoneen oder zweisamenlappigen Pflanzen (Fig. 182 und 183) die stehende und nur wenige Ausnahmen einer mehr paralleladerigen Anordnung darbietende Regel ist. Die Benennung „einsamenlappige Pflanzen" oder Monocotyledoneen ist entnommen von der, allen Pflanzen dieser

Klasse gemeinsamen Eigenthümlichkeit, daß der Embryo ihres Samens nur eine deutliche Anlage eines Blattorganes, also nur einen Samenlappen (Cotyledon) besitzt (Fig. 184), während die Anlage zu einem zweiten Blattorgane äußerst gering (Fig. 185), oft selbst mikroskopisch noch kaum nachweisbar ist, bei der Keimung des Samens aber gleich als erstes vollkommenes Blatt entwickelt wird, welches spitz zusammengerollt aus der am Grunde des



Fig. 184. *

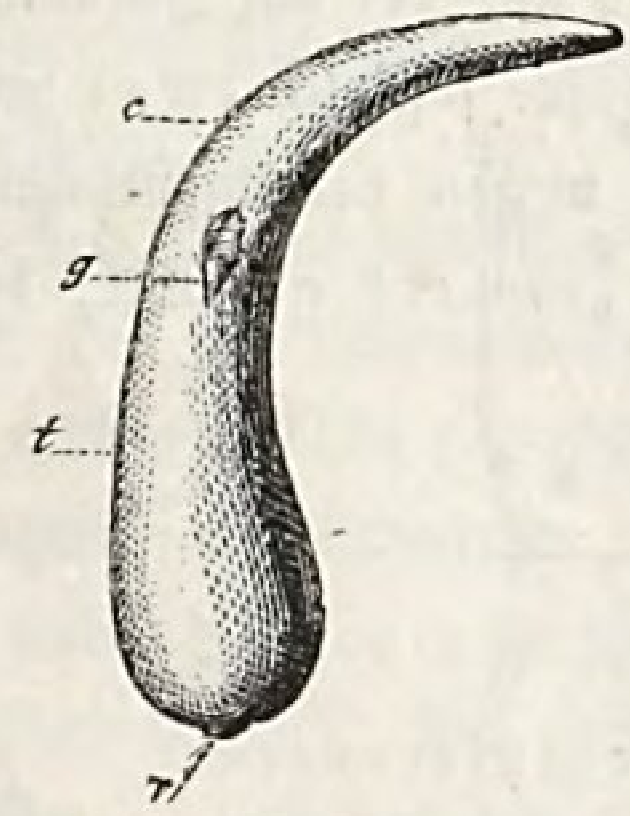


Fig. 185. **

* Die Bildung des spitzkeimenden Embryo vom Flußfluthkraute (Potamogeton perfoliatum), vergrößerte Darstellung. — E¹ Der Embryo ist eine einzige Zelle, durch deren fortwährende Vermehrung endlich die Form E⁴ entsteht, wo *r* der fadenförmige Aufhänger, *c* die Anlage zu dem einzigen Samenlappen und *g* die Anlage zur Keimungsknospe andeutet.

** Der Embryo des Flußfluthkrautes (Potamogeton perfoliatum) völlig entwickelt, vergrößert. — *c* Der einzige Samenlappen; *t* der Stengeltheil des Embryo; *r* Wurzelkeim; *g* die Keimungsknospe, welche fast im Samenlappen verborgen ist.

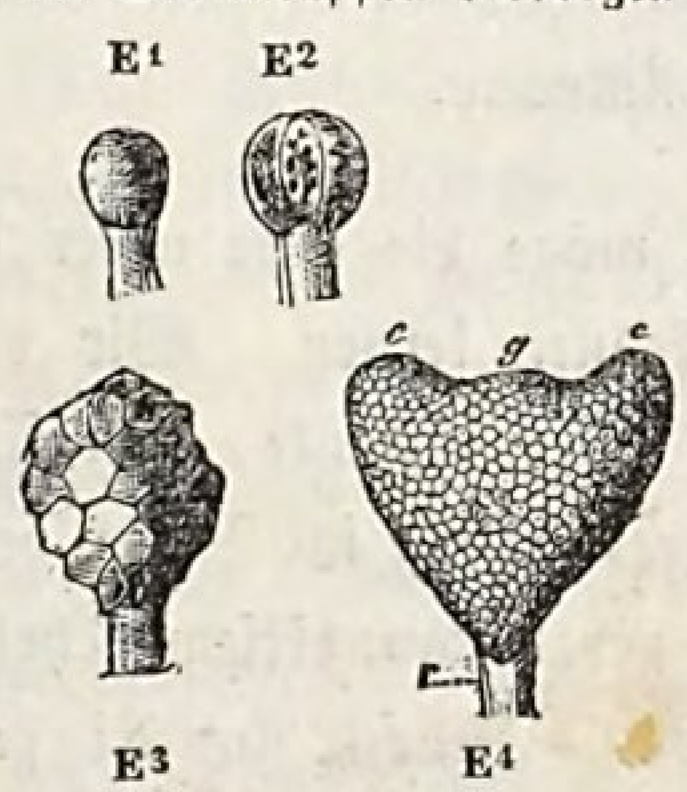


Fig. 187. Die Bildung des zweisamenlappigen Embryo einer Nachtkerze (Oenothera crassipes), vergrößerte Darstellung. *

* E¹ Der Embryo ist eine einzige Zelle, durch eine andere Zelle im Korpuskulum der Samenknospe, welche sich innerhalb des Fruchtknotens der Blüthe befindet, aufgehängt; E² der Embryo besteht aus drei Zellen; E³ derselbe ist ein Zellenhäufchen; E⁴ derselbe ist im Begriffe, die Samenlappen zu entwickeln: *r* Aufhänger; *cc* Samenlappen; *g* Keimungsknospe.

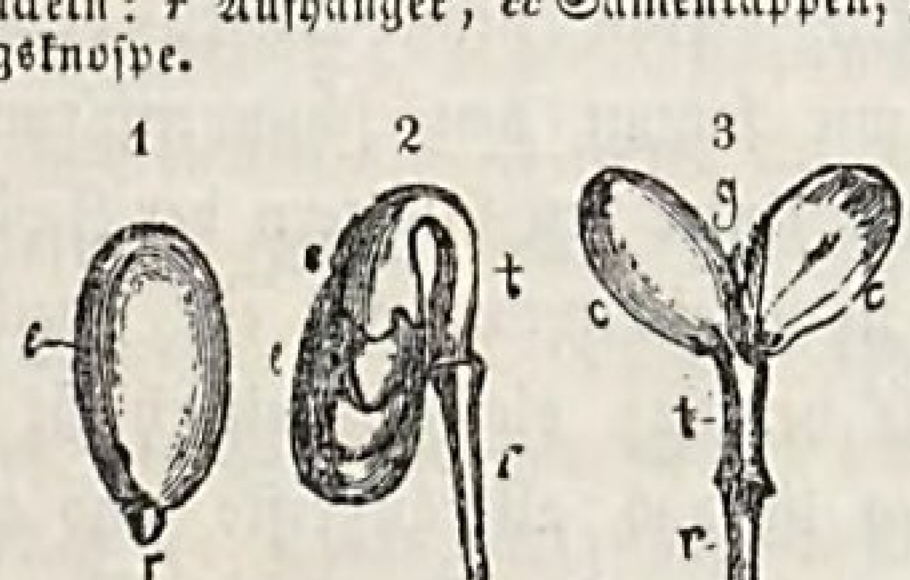


Fig. 188. Die Keimung des Embryo einer Akazie (Acacia julibrissin). *

* *e* Die Schale des Samenkornes; *r* Wurzel des Embryo; *t* Stengel; *cc* Samenlappen; *g* Keimungsknospe. — 1 Anfang der Keimung, wo das Würzelchen sich durch die aufgerissene Samenschale hervorstreckt; 2 die Samenschale hangt nur noch auf der Spitze der beiden Samenlappen; 3 die Keimung ist vollendet, die Samenschale gänzlich abgeworfen; aus der Keimungsknospe sind zwei wahre Blättchen entwickelt.

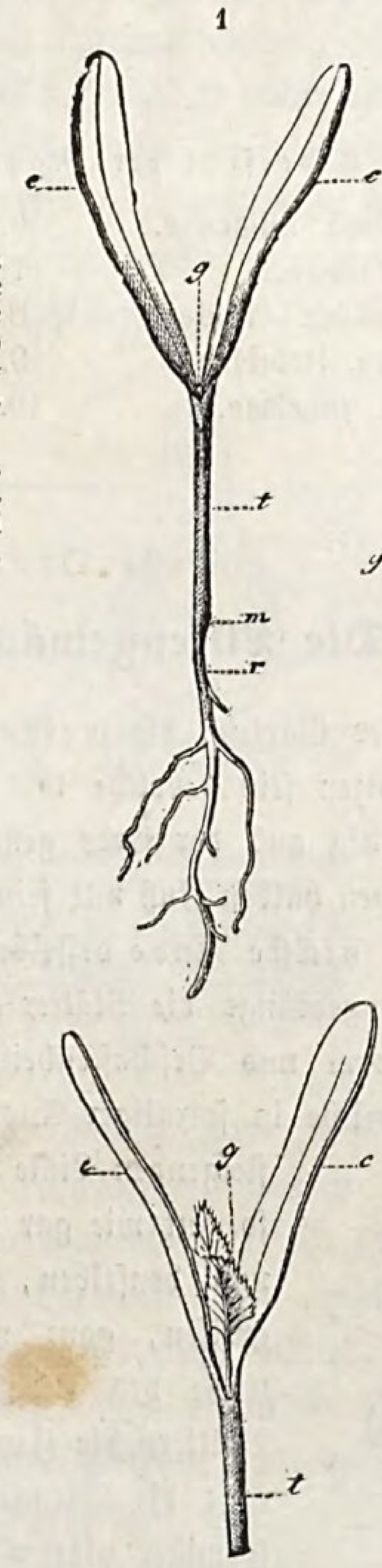


Fig. 189. **

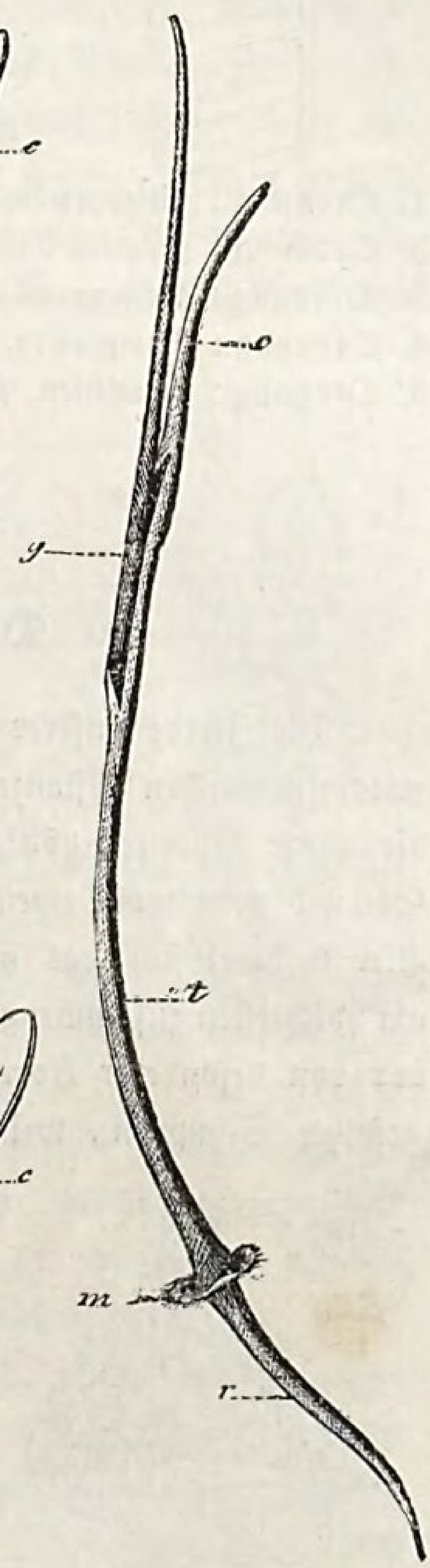


Fig. 186. *

* Keimung eines spitzkeimenden Embryo der Sumpfzanichellie (Zanichellia palustris), welcher dem des Flußfluthkrautes höchst ähnlich ist. — *c* Samenlappen; *t* Stengel; *r* Wurzel; *m* Hautlappen auf der Grenze zwischen Stengel und Wurzel; *g* das erste wahre Blatt.

** Die Keimung des dicotyledonischen Embryo einer Ahornart (Acer negundo). — *c*, *c* Samenlappen; *t* Stengel; *m* Grenze zwischen Stengel und Wurzel; *r* Wurzel; *g* Keimungsknospe. — Bei 1 hat die Keimung erst begonnen und ist vorzüglich die Wurzel erst entwickelt; bei 2 sieht man die beiden gleichzeitigen wahren Blättchen, welche aus der Keimungsknospe entsprungen sind.

*

Cotyledon befindlichen und von diesem fast ganz umschlossenen Keimungsknospe hervorbricht (Fig. 186). Bei den Dicotyledoneen oder zweisamenlappigen Pflanzen sind dagegen am Embryo bereits zwei Blattorgane (Fig. 187) deutlich zu erkennen, und bei der Keimung entwickeln sich aus der am Zusammenfügungspunkte dieser beiden Cotyledone befindlichen Keimungsknospe sogleich zwei vollkommene Blättchen auf einmal (Fig. 188 und 189). Man hat wegen der eigenthümlichen Keimungsweise die Monocotyledoneen auch wohl „Spitzkeimer" genannt, die Dicotyledoneen dagegen „Blattkeimer."

Uebersicht der Monocotyledoneen.

1. Ordnung: Liliengewächse. Liliaceae.
2. Ordnung: Palmen. Palmae.
3. Ordnung: Kolbengewächse. Aroideae.
4. Ordnung: Sumpflilien. Helobiae.
5. Ordnung: Graslilien. Juncinae.
6. Ordnung: Grasgewächse. Glumaceae.
7. Ordnung: Schwertlilien. Ensatae.
8. Ordnung: Wasseraloen. Hydrocharidinae.
9. Ordnung: Bananengewächse. Scitamineae.
10. Ordnung: Orchideen. Orchideae.

Erste Ordnung.

Die Liliengewächse. Liliaceae.

Die Zierde unserer Gärten, die weiße Lilie, möge die erste unter den monocotyledonischen Pflanzen sein, welche wir näher kennen lernen. Wir betrachten die ganze Pflanze, völlig aus der Erde genommen. Der schlanke, drei Fuß hohe Stengel steht wohl einen halben Fuß mit seinem unteren Theile im Boden verborgen. Hier befindet sich das dickste Ende desselben, und gerade an diesem Theile sitzen am dichtesten zusammengedrängt die Blätter (Fig. 190). Jedoch sind diese Blätter von besonderer Form und Beschaffenheit: dicke fleischige, farblose, stumpf zugespitzte Schuppen, welche in spiraliger Anordnung, aber auf einer so schwach ansteigenden Linie um diesen, während ihrer Entwicklung so gut wie gar nicht verlängerten, Theil der Axe stehen und denselben, indem sie dachziegelig über einander greifen, ganz verdecken. Man nennt dieses verdickte Ende des Stengels mit sammt den schuppenförmigen Blättern die Zwiebel. Unter den Blättern der Zwiebel ragt die Stengelaxe noch ein wenig als ein scheibenförmiger platter Wulst hervor; dieser Theil heißt der Zwiebelkuchen; es ist das alleräußerste und platt abgestumpfte Ende des Stengels. Aus dem Zwiebelkuchen entspringen die Wurzeln. Eine Hauptwurzel fehlt; die vorhandenen Wurzeln entspringen neben einander aus diesem untersten Theile des Stengels als Hülfs- oder Adventivwurzeln, im Allgemeinen jeder Entwicklung eines neuen Blattes am Stengel entsprechend eine Wurzel. Legt man die Zwiebel, aller

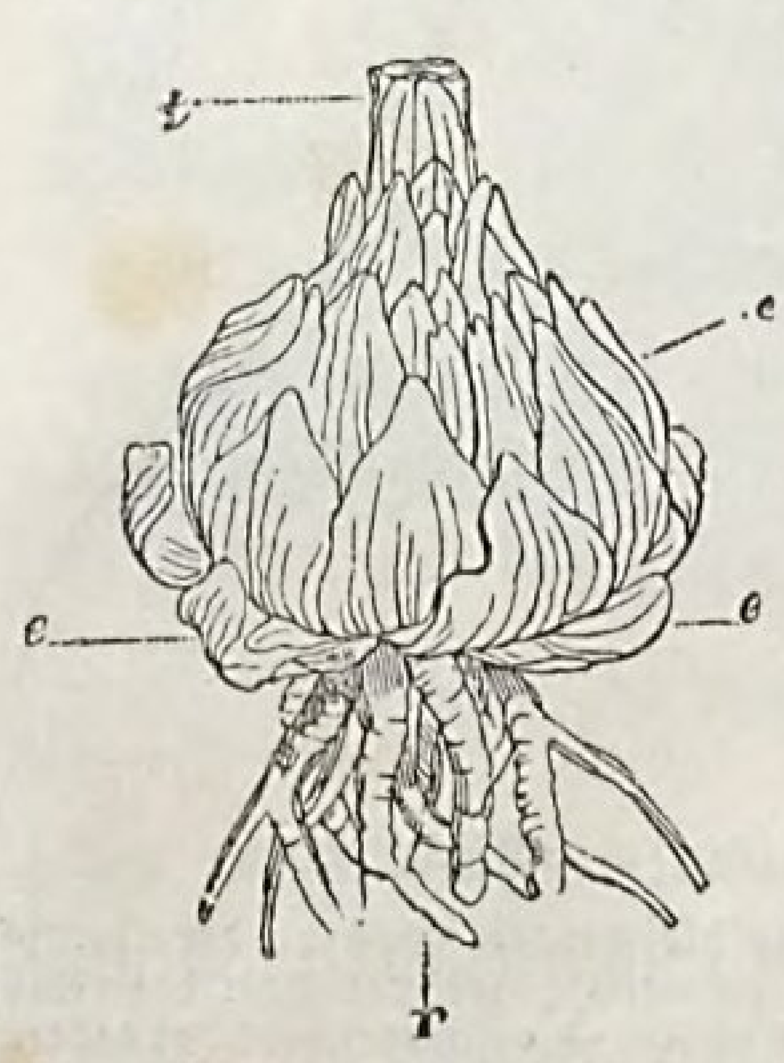


Fig. 190. Das untere Ende des Stengels der weißen Lilie, die Zwiebel genannt. *

* t Abschnitt des Stengels; e schuppenförmige, fleischige, farblose Blätter; r Adventivwurzeln, welche unmittelbar aus dem Stengelende, dem sogenannten Zwiebelkuchen, hervortreten.

Wurzeln beraubt, in den Boden, so zeigen sich nicht sobald, aus dem Gipfel der Zwiebel hervorbrechend, die ersten neuen Blätter, als auch schon aus dem Zwiebelkuchen die ersten neuen Adventivwurzeln hervortreten.

Die Zwiebelbildung ist eine Eigenthümlichkeit mancher monocotyledonischen Pflanzen, welche bei dicotyledonischen in so auffallender Weise niemals angetroffen wird. Besonders sind die Liliengewächse und unter diesen wieder vorzugsweise die zur Familie der Affodille (Asphodeleæ) gehörigen Tulpen, die Schachblumenpflanzen, die verschiedenen Lilienarten, die Lauchgattungen, Hyacinthen, Milchsterne, Squillen u. s. w., durch dieselbe ausgezeichnet, so daß sie daher den Namen „Zwiebelgewächse" erhalten haben. Die Zwiebeln aller dieser Gewächse zeigen keine erheblicheren Unterschiede, als daß die Blätter der einen mehr fleischig, wenig ausgedehnt, schuppenartig, die der andern dagegen mehr oder weniger hautig und sehr ausgedehnt sind, so daß jedes Blatt in letzterem Falle fast die ganze Zwiebel umfaßt (Fig. 191); ferner, daß bei den einen die Stengelaxe unterhalb der Blätter kaum als eine flache Scheibe vorragt, während bei andern der Zwiebelkuchen ziemlich verlängert ist (Fig. 192). Mitunter verwachsen die fleischigen Zwiebelschuppen ganz mit einander, wie bei der Kaiserkronenlilie, deren Zwiebel dadurch ein fleischiger Knollen wird. Die Zwiebel ist, bevor dieselbe eine Stengelaxe hervorgetrieben hat, einer Knospe im höchsten Grade zu vergleichen. Doch würde man sehr irren, wenn man glauben wollte, der aus dieser Knospe hervorsprossende Stengel sei der emporgeschossene Gipfelsproß selber; keineswegs, vielmehr bleibt dieser stets ganz kurz und innerhalb der Zwiebelhülle eingeschlossen. Es ist ein Zweig, welcher sich aus der Achsel eines Zwiebelblattes entwickelt, und welcher durch seine übermächtige Entwicklung die Gipfelknospe ganz zur Seite drängt, so daß wir gewohnt sind, ihn selber als Stengel zu betrachten. Der eigentliche Gipfelsproß liegt stets innerhalb der Zwiebel seitlich neben dem aufgeschossenen Zweigstengel (Fig. 197, 2) und, während letzterer nur eine kurze Sommerszeit hindurch dauert und dann rasch abstirbt und sich aus der Achsel des Zwiebelblattes gänzlich loslöst, bleibt ersterer beharrlich in seiner langsamen Entwicklung und entsendet im folgenden Jahre aus einer höheren Blattachsel, und zwar meistens gerade auf seiner entgegengesetzten Seite, einen neuen Zweigstengel. So wächst der eigentliche Stock der Zwiebel zur Seite gedrängt unter dem Boden fort und, wenn gleich er immer mehr oder weniger innerhalb der Zwiebelschuppen bleibt und diese nur zur Seite ein wenig herausdrängt, so würde er doch allmählig fortrücken, wie man dieses besonders bei der Zeitlose (Fig. 193) recht wohl bemerken kann, wenn nicht die abwechselnde Erzeugung von Zweigstengeln auf der entgegengesetzten Seite dem langsamen Fortschritt nach der einen Seite wieder einen Rückschritt entgegenstellte. Man könnte

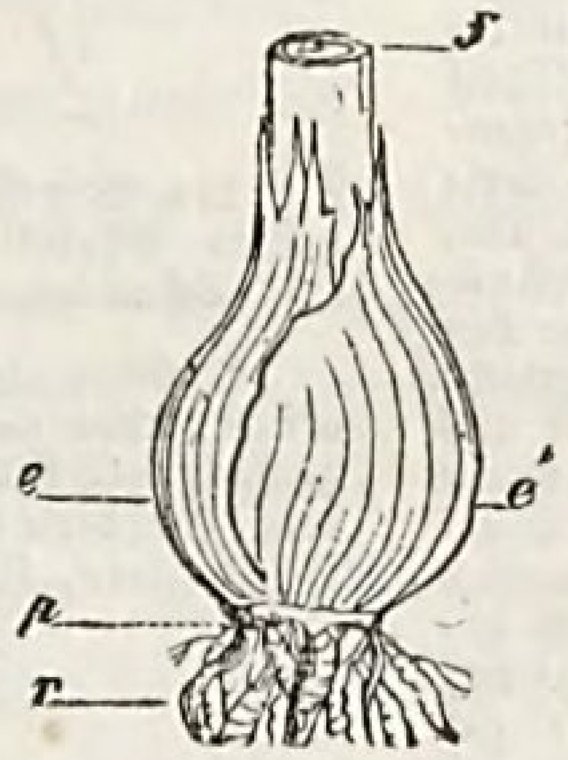


Fig. 191.
Die Zwiebel der Porrelauchpflanze (Allium porrum). *

* *f* Der von Blättern umhüllte Stengel; *e*, *e'* hautige Blattschuppen; *r* Wurzeln; *p* der obere Theil des Zwiebelkuchens.

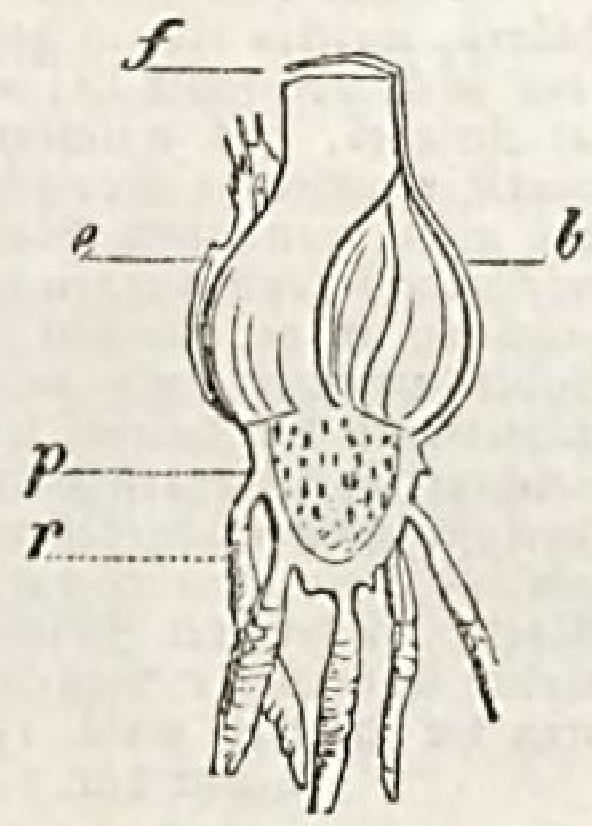


Fig. 192. Durchschnitt der Porrelauchzwiebel. *

* *f*, *e*, *p*, *r* Bedeutung wie bei Fig. 191; *b* der zur Seite gedrängte Gipfelsproß der Zwiebel.

aus diesem Grunde die Zwiebel einen unter dem Boden kriechenden Stock (Wurzelstock, Rhizom) nennen, welcher nie vom Flecke kommt.

Die äußeren Schuppenblätter der Zwiebel verfaulen allmählig, während immer neue Kreise innerhalb der ersteren gebildet werden. Die ersten Wurzeln befanden sich genau unter dem Mittelpunkte des Zwiebelkuchens, von einem engen Kreise anderer Würzelchen umgeben. Rings um diese entspringen in dicht anschließenden, aber doch immer allmählig weiteren Kreisen, fortwährend neue Wurzeln (Fig. 194), auch aus den Theilen des Zwiebelkuchens, welche oberhalb der bereits abgefaulten Schuppen liegen.

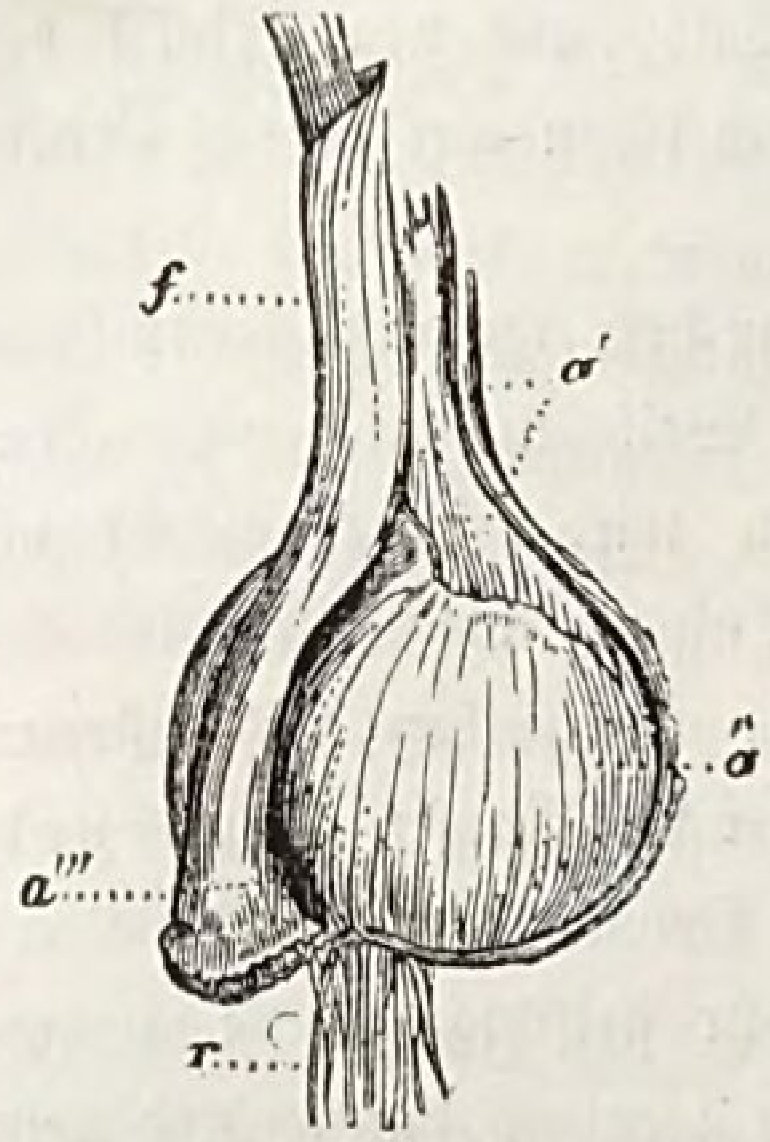


Fig. 193. Die Zwiebel der Herbstzeitlose (Colchicum autumnale). *

* a' Der Zweigstengel des vorigen Jahres, welcher bis auf geringe Ueberreste schon abgefault ist; a'' der Theil der Zwiebel, aus welchem der gegenwärtig vegetirende Zweigstengel, welchen man, von einem Blatte umhüllt, bei f bemerkt, entsprungen ist; a''' Ausbauchung an der Zwiebel, welche den Punkt andeutet, wo der eigentliche Gipfelsproß der Zwiebel liegt und aus welchem im folgenden Jahre ein neuer Zweigstengel hervorgehen wird; r Wurzeln. — Diese Zwiebel hat nur wenige Blätter, indem der Zwiebelkuchen innerlich sehr stark entwickelt ist, so daß man die Zwiebel wohl „dicht“ genannt hat.



Fig. 194. Die Wurzeln des gelben Affodill (Asphodelus luteus.) *

* Man bemerkt die ersten, schon ziemlich ausgewachsenen Wurzeln, und rings um diese einen Kreis jüngerer, kleinerer.

Der Zweigstengel, welcher im Frühlinge aus der Zwiebel aufschießt, beginnt seine Entwicklung immer schon im vorhergehenden Jahre. Jedoch bleibt er dann noch sehr kurz und treibt nur eine Anzahl von Blättern, welche man im Spätsommer und Herbste aus den Zwiebeln der weißen Lilie hervorbrechen sieht.

In den Achseln der Schuppenblätter entwickeln sich im Sommer und Herbste auch Achselknospen, welche nicht zu Zweigstengeln werden, sondern selber Zwiebeln sind. Man nennt sie Brutzwiebeln. Dieselben lösen sich, wenn sie eine bestimmte Größe erreicht haben, von der Mutterzwiebel los und werden dann selbstständige Pflanzen, indem sie an der Ablösungsstelle, welche nun als untere Fläche des Zwiebelkuchens der Brutzwiebel erscheint, Wurzeln hervortreiben. Die Brutzwiebeln befreien sich mit zunehmender Größe gänzlich von der Mutterzwiebel, indem sie die äußeren Schuppenblätter derselben auseinander drängen, wobei letztere auch verfaulen. Wir pflanzen unsere Zwiebelgewächse sehr allgemein durch Brutzwiebeln fort. Da nun die Brutzwiebeln ächte Zweigorgane sind, so sind alle unsere Zwiebeln welche nicht direkt aus Samen erzeugt worden sind, als Zweiglinge von ihrer Mutterpflanze zu betrachten. Theils wählt man das Mittel der Zwiebelbrut zur Fortpflanzung bei denjenigen Zwiebelgewächsarten unserer Gärten, deren Samen bei uns niemals reifen, theils bei solchen, deren Blüthen oder irgend welche andere Theile durch die Cultur, d. h. durch den Einfluß, welchen ein künstlich eigenthümlich gemengter oder besonders aufgelockerter Boden, ein besonders günstiger Standort oder sonstige sorgfältige Pflege auf die Pflanzen auszuüben vermögen, auf irgend eine Weise, sei es der Schönheit in Größe und Farbenpracht, oder dem Nutzen in

Masse und Beschaffenheit der Stoffe entsprechend, umgeändert worden sind, mit einem Worte, bei den durch die Cultur erzielten „Abarten" oder „Spielarten". Solche pflegen nämlich durch Samen ihre wichtigen Eigenthümlichkeiten nicht fortzupflanzen; sondern die aus ihrem Samen abstammenden Pflanzen nehmen meistens in der ersten oder doch in einer folgenden Nachkommenschaftsstufe die ursprüngliche Beschaffenheit der Stammart wieder an. Dagegen alle Theile einer Abartpflanze selbst behalten die Eigenthümlichkeit dieser, und somit kann man diese Eigenthümlichkeiten insbesondere durch Zweiglinge oder Brutzwiebeln fortpflanzen. Beruht nicht die Veredelung der aus Samen unserer Obstbäume gezogenen Wildlinge durch „Edelreiser" von veredelten Obstbäumen ganz auf derselben Grundlage? —

Zweigstengel entwickeln sich aus den Achselknospen der Zwiebel stets nur in einer gewissen Jahreszeit, bei uns im Frühlinge. An dem unteren Theile derselben stehen in der Zwiebel Schuppenblätter, welche in der Gestalt mehr und mehr von den eigentlichen Zwiebelschuppen abweichen, indem sie zungenförmig verlängert und an ihrem Grunde allein schuppenförmig, oberhalb desselben stark verschmälert, dann aber wieder ausgebreitet sind. Der letztere, ausgebreitetere Theil ragt aus dem Boden hervor und ist grün gefärbt, ein lanzettförmiges Lilienblatt. Der schmalere stielartige Theil ist im Boden verborgen und die grüne Farbe geht hier durch Gelbgrün in Gelb und endlich in Weiß über; der unterste schuppenartige Theil ist nur eine Ausbreitung des Blattstieles. Es ergibt sich hieraus, daß die Zwiebelschuppen sich zu den Blättern ähnlich verhalten, wie die Knospendecken der Tanne zu den Nadelblättern. Sie sind Blattstielblätter oder Phyllodien. — An demjenigen Theile, welcher aus dem Boden hervorragt, ist der Zweigstengel der Lilie ebenfalls mit Blättern besetzt. Hier aber, wo während der Bildung der Blätter die Stengelaxe sich verlängerte, sind die den Schuppen entsprechenden Theile mit den während ihrer Bildung entstandenen Verlängerungen der Internodien des Stengels unterhalb des Ursprungspunktes des Blattes verschmolzen (angewachsen), und das eigentliche Blatt sitzt daher, während der Stengel durch die herablaufenden Blattstieltheile kantenartige Wulstlinien besitzt, unmittelbar an letzterem selbst. Man nennt solche Blätter sitzende Blätter. Dieselben verrathen deutlich eine Anordnung auf mehreren Spirallinien, rings um den Stengel. Je weiter dieselben vom unteren Theile des letzteren entfernt stehen, desto mehr nehmen sie eine schmale, parallelrandige, sogenannte „linienförmige," Gestalt an, und bleiben dabei überhaupt kleiner. Am obersten Theile des Stengels aber ist die Kürze auffallender, als die Schmalheit; die kleinen Blätter haben dort eiförmig lanzettliche Umrisse.

Ein Zweigstengel — man nennt einen solchen auch wohl einen Schaft (scapus) — erreicht immer nur eine bestimmte Größe, mit welcher sein begrenztes Wachsthum endigt. Derselbe ist an seinem unteren Theile ganz unverzweigt. Dagegen oben entspringt aus demselben eine Anzahl von Aesten, welche einen Strauß bilden. Jeder von diesen trägt, sowie der Gipfel des Zweigstengels selber, nur ganz geringe Blättchen, welche an seiner Länge zerstreut stehen; dagegen ist der Gipfel eines jeden gleich bei seinem ersten Erscheinen von einigen zusammengelegten Blättern umhüllt, welche, während die Axe, auf welcher sie stehen, sich unterhalb ihnen verlängert, fortwährend wachsen, ohne daß dabei zugleich der Theil

der Axe, um welchen sie entsprungen sind, eine Längenausdehnung erführe. So bleiben sie dann alle auf fast ganz gleicher Höhe stehen und bilden eine auffallend große Gipfelknospe auf jedem Aste. Solche, den Gipfel einer Axe umschließende Knospen, deren Blätter die volle Größe erreichen, ohne durch Internodien der Axe auseinander gerückt zu werden, heißen Blumenknospen. Nachdem dieselben bei der Lilie eine gewisse Größe erreicht haben, verändern die Blätter derselben ihre Haltung; sie neigen sich auswärts und man bemerkt nun, daß nicht bloß drei Blätter, welche man äußerlich wahrnehmen konnte, jede Blumenknospe bilden, sondern daß von diesen dreien noch drei andere zunächst umschlossen waren. Man nennt die drei äußeren Blätter Kelchblätter, weil sie zusammen wie ein Becher oder Kelch den inneren Theil der Blumenknospe umschlossen; die drei inneren Blätter dagegen werden insbesondere Kronenblätter genannt. Letztere stehen um ein Weniges, aber kaum bemerkbar, höher an der Axe der Knospe, als die Kelchblätter und mit diesen abwechselnd, so daß je zwischen zwei Kelchblättern, wenn diese sich auseinander neigen, jedesmal eines der drei Kronenblätter zum Vorscheine kommt. Die Kelchblätter erscheinen äußerlich an der Knospe anfangs weißlich grün; aber je mehr die Blumenknospe sich ausbildet, je mehr verschwindet das Grün und das Weiß wird vorherrschend. Wenn nun die Kelchblätter und die Kronenblätter sich auseinander neigen, d. h. wenn „die Blume aufbricht", so sieht man, daß die innere (obere) Seite der Kelchblätter, sowie beide Seiten der Kronenblätter, völlig schneeweiß ist; auch die äußere Seite der Kelchblätter wird vollends schneeweiß. Alle sechs Blätter, von lanzettlichem Umrisse, krümmen sich, wie der Rand einer Glocke, auswärts, indem die innere Seite derselben sich stärker ausdehnt, als die äußere. Die Blume ist nun offen (Fig. 195). Man sieht in derselben die Verlängerung der Axe, um welche die Blätter befestigt sind, eigenthümlich gestaltet, und noch innerhalb des doppelt dreizähligen Kreises der Blätter stehen um das in der Blume hervorragende Axenende sechs Blattorgane von einer ganz besonderen Form. Dieselben erscheinen nämlich als fadenförmig schmale, weiße Stielchen, deren jedes auf der Spitze ein walzig eiförmiges querbalkenähnlich darauf hangendes, gelbes Knöpfchen trägt (Fig. 196). Man nennt diese sechs Blättchen die Staubfäden (Stamina), die fadenartigen Theile Filamente oder Träger,

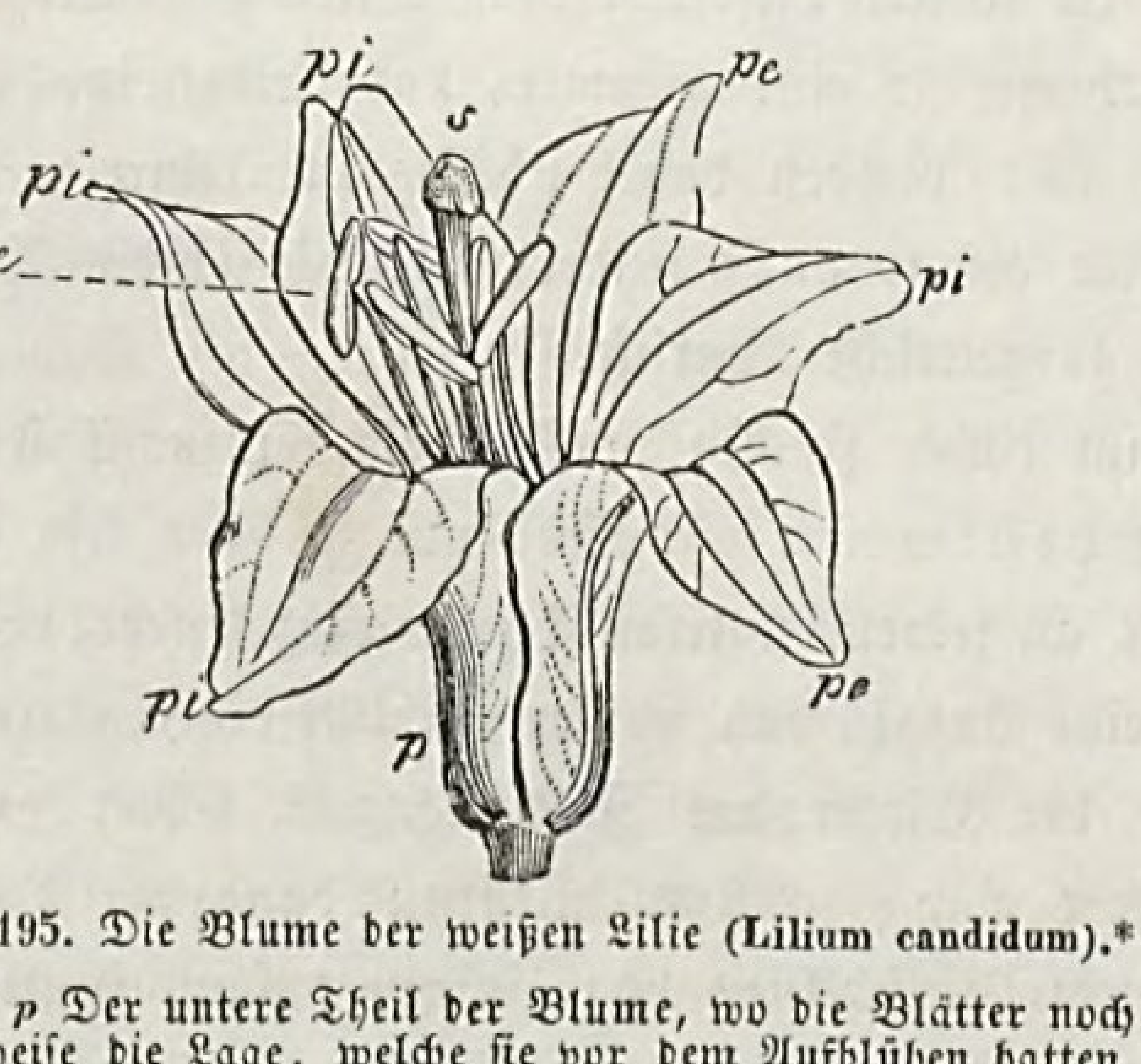


Fig. 195. Die Blume der weißen Lilie (Lilium candidum).*

* *p* Der untere Theil der Blume, wo die Blätter noch theilweise die Lage, welche sie vor dem Aufblühen hatten, (die „Knospenlage") beibehalten haben; *pe* die drei Kelchblätter; *pi* die drei Blumenblätter; *s* das Gipfelende der Blumenaxe; *e* die Staubbeutel, auf den Trägern befestigt.

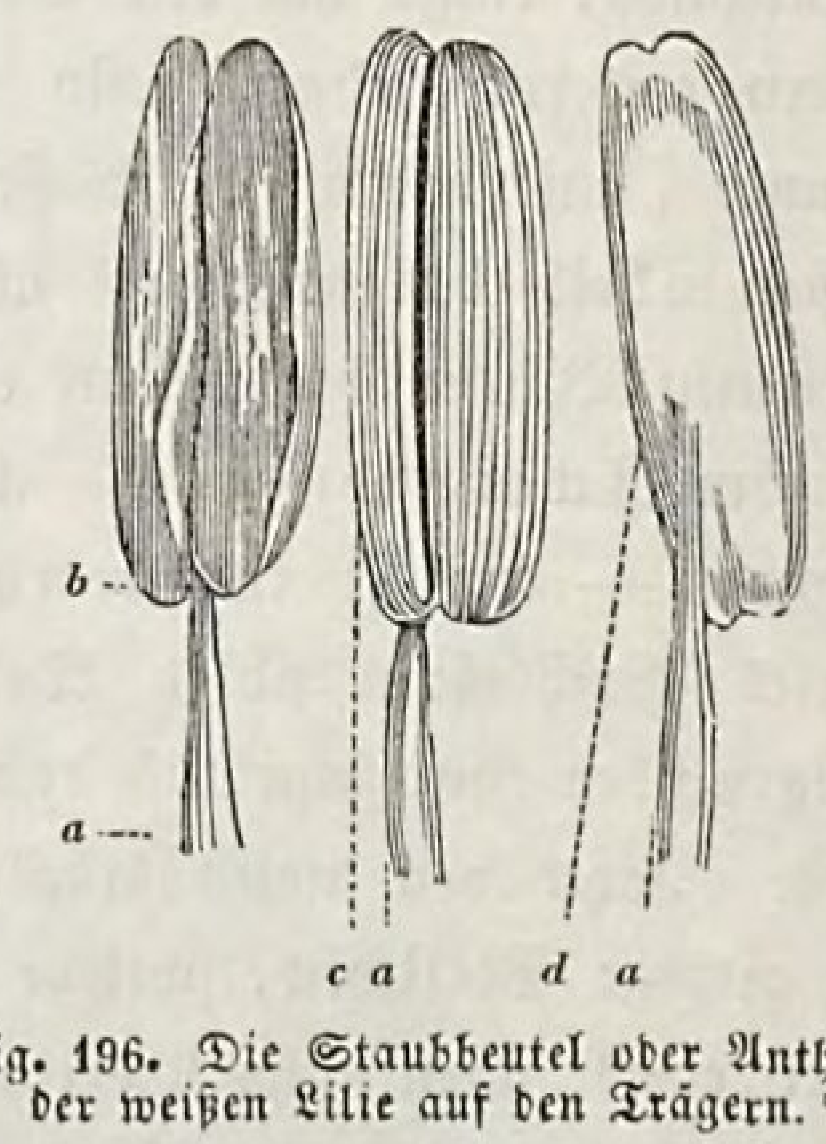


Fig. 196. Die Staubbeutel oder Antheren der weißen Lilie auf den Trägern. *

* *a* Anthere; *b* Träger oder Filament.

die erwähnten Knöpfchen aber Staubbeutel oder Antheren. Drei derselben stehen an der Axe gerade vor den drei Kelchblättern, aber ein wenig, wenn gleich kaum bemerkbar, höher als die Kronenblätter; die drei anderen stehen noch etwas höher und entsprechen gerade den drei Kronenblättern. Es sind alle Blattorgane der Blume geordnet auf unmerklich ansteigenden Spirallinien, und die Ansatzpunkte der Organe jeder von diesen Spiralen entsprechen allemal genau den Zwischenräumen der Organe der nächst niederen Spirale. Nie steht eines dieser Organe unmittelbar in der Achsel eines Organes der nächst niederen Spirale. Es erleidet also die Regel, welche wir schon mehrfach bestätigt fanden, daß nie ein Blattorgan in der Achsel eines Blattorganes stehen kann, auch hier keineswegs eine Ausnahme. Was wir zuvor als das Axenende der Blume bezeichneten, der die Mitte der Blume einnehmende Körper, welchen man den Stempel oder das Pistill (pistillum) nennt, ist an seinem unteren Theile, unmittelbar über dem Ansatzpunkte der Staubfäden, ziemlich dick und dreikantig, mit einer Längsfurche auf jeder Seitenfläche; man nennt diesen Theil, welcher grün erscheint, den Fruchtknoten. Der Gipfel des Fruchtknotens trägt aber noch einen dünneren, mehr abgerundeten, aber auch deutlich die drei Furchen zeigenden, gelbröthlichen Fortsatz, welcher Griffel genannt wird und oben in ein knopfförmiges Ende, die Narbe, ausläuft (s. Fig. 195). Der Stempel (Fig. 197, 3) besteht aus drei ganz nahe über den Staubfäden entspringenden und in ihrer Stellung den drei Kelchblättern und den drei unteren Staubfäden entsprechenden Blattorganen, welche mit ihren Rändern und Spitzen mit einander vereinigt sind. Die drei Längsfurchen am Fruchtknoten und Griffel bezeichnen diese Vereinigung, und die Narbe zeigt durch drei in ihrem Mittelpunkte zusammentreffende Furchen, welche mit jenen übereinstimmen, deutlich die drei Spitzen jener verwachsenen Blattorgane an. Das wirkliche Axenende des Astes, auf welchem die Blume steht, endigt innerhalb des Fruchtknotens (Fig. 197), wo man es auf einem Längenschnitte deutlich bemerken kann, und somit ist dasselbe von den drei Stempelblättern völlig umschlossen und durch die Zusammenwachsung derselben in seiner Fortentwicklung gehindert. Es bekommt hier den Namen des Samenträgers, weil es seiner ganzen Länge nach mit drei Reihen von Samenknöspchen besetzt ist, welche man auf dem Durchschnitte des Fruchtknotens als mohnsamengroße weiße Körperchen bemerkt. Die zusammengewachsenen Ränder der drei Stempelblätter sind an ihren Vereinigungslinien einwärts gebogen und springen bis an den Samenträger in das Innere des Fruchtknotens hinein, so daß dieser nun als ein dreifächeriger Behälter erscheint. Die Samenknöspchen stehen an dem Samenträger so, daß in jedes Fach eine doppelte Reihe derselben hineinragt. Das Ganze des Fruchtknotens heißt, wenn der Same darin sich entwickelt, die Frucht. Man nennt daher die Stempelblätter auch wohl Fruchtblätter oder Karpelle (carpella).

Daß nicht allein die anfänglich wirklich grünlichgefärbten Kelchblätter und die mit diesen später so gänzlich übereinstimmenden Kronenblätter, sondern auch die Staubfäden und die Karpelle als Blattorgane zu betrachten seien, wie dies auch bei den Zwiebelschuppen der Fall war, solches ist theils aus der bei allen diesen Organen ganz übereinstimmenden Entwicklungsweise nachweisbar, theils ergibt es sich durch besondere Zufälligkeiten. Mitunter nämlich nimmt ausnahmsweise schon eines der am Stengel zerstreut stehenden Blätter, nämlich ein solches, welches

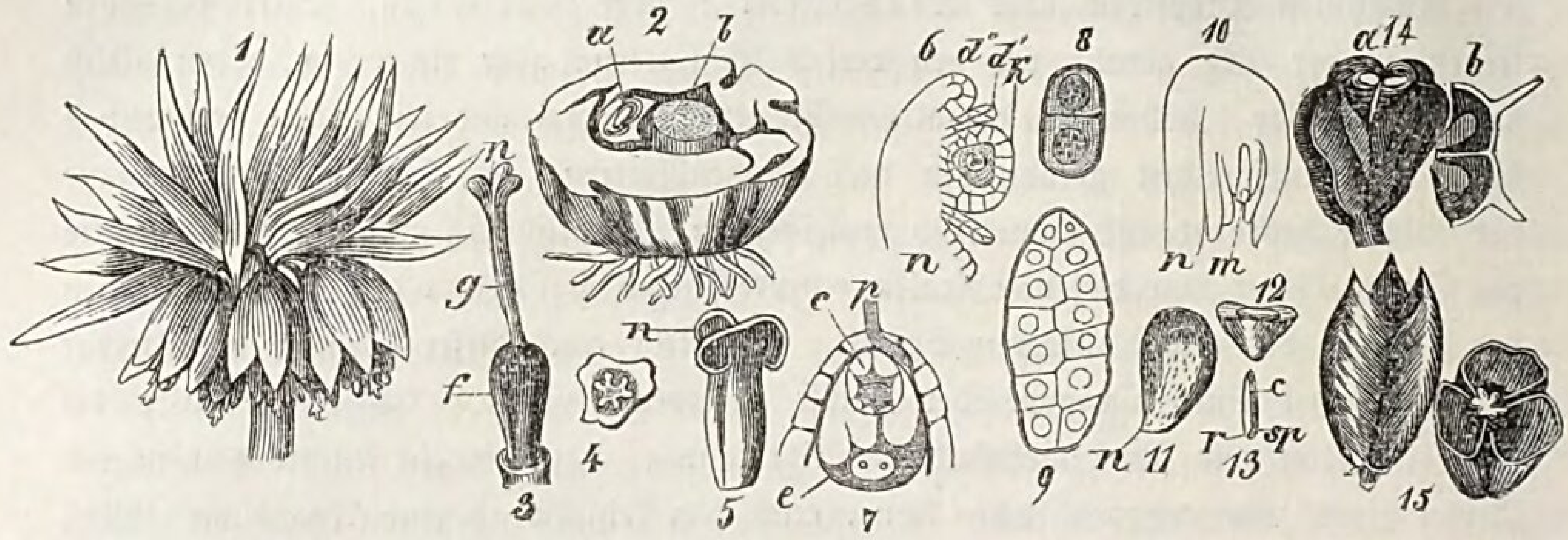


Fig. 197. Die Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis) und die Entwicklung ihres Samens. *

* 1 Der Gipfel des Zweigstengels mit einem Schopfe von Blättern, zwischen welchen die herabhangenden Blumen entspringen. — 2 Die Zwiebel durchschnitten; die Zwiebelschuppen sind mit einander verwachsen; *a* die zur Seite gedrängte Gipfelknospe der Zwiebelaxe; *b* der mit durchschnittene Zweigstengel — 3 Der Stempel auf dem Gipfel des Blumenstieles, von welchem die Blumenblätter und Staubfäden abgenommen sind; *f* Fruchtknoten; *g* Griffel; *n* dreispaltige Narbe. — 4 Querdurchschnitt des Fruchtknotens, etwas vergrößert; man bemerkt drei durchschnittene Paare von den Samenknöspchen, welche reihenweise übereinander an dem Mittelsäulchen stehen. — 5 Der Stempel einer Tulpe (Tulipa Gessneriana) zur Vergleichung hier mit dargestellt; der Griffel ist hier nicht entwickelt, die blattartig dreitheilige Narbe *n* scheint daher unmittelbar auf dem Fruchtknoten zu sitzen. — 6 Vergrößerter Durchschnitt eines Samenknöspchens aus dem Fruchtknoten (4), welches angefangen hat, sich zu wenden; *n* der schon zum Nabelstrange verlängerte Knospengrund; *k* Knospenkern oder Kernwärzchen, in welchem schon das Keimsäckchen angedeutet ist; *d'* erste Samendecke; *d''* zweite Samendecke. — 7 Die Kernwarze des Samenknöspchens (6, *k*) zur Zeit der Befruchtung, noch stärker vergrößert; *p* Pollenschlauch, welcher schon bis zum Keimsäckchen eingedrungen ist; *e* Keimsäckchen mit Cytoblastem und einzelnen Zellen gefüllt; *c* Korpuskulum, ebenfalls Cytoblastem und Zellen enthaltend, in welchen schon wieder Cytoblasten sichtbar sind. — 8 Das Korpuskulum (7, *c*), in welchem sich zwei große Zellen gebildet haben, deren eine den Vorkeim und Aufhänger bilden wird, während die andere sich zum Keimling entwickeln soll. — 9 Dasselbe Korpuskulum von dem schon aus vielen Zellen bestehenden Embryo völlig gefüllt. — 10 Durchschnitt des befruchteten und völlig gewendeten Samenknöspchens; *n* Nabel; *m* Mikropyle. — 11 Das reife Samenkorn in natürlicher Größe; man erkennt äußerlich schon den Umfang des Endosperms in der schwammig verdickten äußeren Samenschale. — 12 Querschnitt des reifen Samenkorns; man bemerkt den Durchschnitt des Endosperms. — 13 Der Keimling, etwas vergrößert; *c* Cotyledon; *r* Axenorgan; *sp* die Keimungsspalte, unter welcher vom Cotyledon umschlossen das Keimknöspchen liegt. — 14 Der halbaufgesprungene reife Fruchtknoten, 1/4 d. nat. Gr.; man bemerkt die Samenreiben am Mittelsäulchen unterhalb *a*; *b* Querschnitt einer der drei Klappen, als Beispiel des fachspaltigen Aufreißens der Frucht. — 15 Der halb aufgesprungene reife Fruchtknoten der Herbstzeitlose (Colchicum autumnale) nebst nebenstehendem Querschnitte, als Beispiel des scheidewandspaltigen Aufreißens der Frucht.

ganz nahe unter der Blume entspringt, ganz die Beschaffenheit eines Kelch- oder Blumenblattes an. Wir nennen eine solche ungewöhnliche Ausbildung eine Mißbildung. Hienach wären denn in gewissem Sinne alle Blumenblätter mißgebildete gemeine Blätter. Es ist aber diese Erscheinung bei den Kelch- und Blumenblättern eine regelmäßige, und wir würden uns über dieselben richtiger ausdrücken, wenn wir sagen, es seien dieselben Blätter, welche, sei es zu einem besonderen Zwecke, oder in nothwendiger Folge besonderer Entwicklungsverhältnisse der Pflanze, eine so außerordentliche Beschaffenheit, sowohl in der Form, als im Gewebe angenommen haben. Wir werden in der That solche besondere Zwecke und Entwicklungsverhältnisse bei der Blume entdecken. — Ebenfalls durch Mißbildung nehmen ausnahmsweise mitunter die Staubfäden nicht die ihnen regelmäßig zukommende und ebenfalls einem besonderen Zwecke und besonderen Verhältnissen des Entwicklungsganges zuzuschreibende, eigenthümliche Form an, sondern erscheinen mehr oder weniger in der Form der Blumenblätter, ja mitunter diesen so völlig gleichend, daß die Blume wenige oder gar keine Staubfäden, sondern anstatt deren so viele Blumenblätter mehr besitzt, als Staubfäden an der gewöhnlichen Zahl fehlen. Die Blume ist dann mehr oder weniger „doppelt" oder „gefüllt", was übrigens bei der weißen Lilie ziemlich selten vorkommt. Bisweilen ist der untere Theil, das Filament, der eigentliche Faden, einem Blumenblatte ähnlich, während an der Spitze

der Staubbeutel, mehr oder weniger mißgestaltet, noch ziemlich deutlich zu erkennen ist. Hienach ergibt sich, daß die Filamente und die Blumenblätter nicht mit dem freien Theile der am Stengel zerstreut stehenden grünen und eigentlichen Blätter zu vergleichen sind, sondern vielmehr, wie die Zwiebelschuppen, mit den Blattstieltheilen. Auch sie sind nur Phyllodien. Denn an der Spitze der vollständigen Blätter könnte nicht noch ein besonderes Organ, wie die Anthere ist, entsprungen sein, da ja die Zellen an der Spitze des Blattes keiner Weiterentwicklung fähig sind. Obendrein aber ist der Staubbeutel selber hier eben so gut, wie bei den Coniferen als ein Blatt zu betrachten. Auch ist es ganz begreiflich, daß in der Blume, wo die Axe, an welcher die Blätter entspringen, sich unterhalb der Ursprungspunkte derselben nicht mehr verlängerte, die Blattstiele, ebenso wie bei der Zwiebel, nicht mit der Axe verwachsen sein können, sondern über den Ursprungspunkt sich hervorgeschoben haben müssen. Sahen wir doch bei der Tanne ebenso an den sich verlängernden Frühlingstrieben die Blattstiele unterhalb der Nadeln als angewachsene Wulste an dem Stengel herablaufen, während an den Knospen dieselben Theile die blattartigen Knospendecken bildeten. In letzterem Falle fanden wir nur ausnahmsweise eine Nadel, die auch in diesem seltenen Falle obendrein verkümmert zu sein pflegte, auf der Spitze der Knospendecke. So ist auch die Anthere auf der Spitze des Filamentes ein verkümmertes Blatt, das Filament selbst ein eigenthümlich gestalteter Blattstiel, das Blumen- und Kelchblatt ebenfalls ein blattartiger Blattstiel, aber ganz ohne eigentliches Blattanhängsel. — Die Karpelle oder Fruchtblätter, welche den Stempel darstellen, zeigen ihre Blattnatur sehr deutlich bei der Reife des Samens. Sie trennen sich nämlich dann von einander (Fig. 197, 14) und erscheinen nun so vollkommen als Blätter mit einwärts gebogenen Rändern, daß jede weitere Erörterung über dieselben unnöthig ist. Der Griffeltheil derselben entspricht den Antheren, entspricht somit den freien Theilen der Stengelblätter; denn dieser Theil vertrocknet lange vor der Samenreife und löst sich vom Fruchtknoten ab, wie die Nadeln der Coniferen von ihren Stielwulsten, oder von den Knospendecken, und der zurückbleibende Theil der Karpelle ist also zu vergleichen mit den letzteren; es sind wiederum Phyllodien.

Axenorgane ohne Verlängerung unterhalb der Ursprungspunkte der Blattorgane sind dicht besetzt mit mehr oder weniger schuppenartigen Blattstielblättern oder Phyllodien — Knospen, Zwiebeln, Blumen. Axenorgane mit Verlängerung unterhalb der Ursprungspunkte der Blattorgane sind zerstreut besetzt mit ächten Blättern, deren Phyllodien mehr oder weniger mit dem Axenorgane selbst verschmolzen sind.

Die verschiedenen Umgestaltungen, unter welchen die beiden Grundorgane der Pflanze, die Axenorgane und Blattorgane, im Verlaufe der Entwicklung vom Keimling bis zur samenreifen Pflanze erscheinen können, und welche wir im Obigen als das Ergebniß eines einfachen Gesetzes erkannt haben, bezeichnet man mit dem Ausdrucke: Verwandlung oder Metamorphose. Die Entdeckung derselben ist eines der schönsten Resultate, welche die Wissenschaft in ihrem Streben nach Entdeckung der Einheit in der Mannigfaltigkeit der Natur bislang gewonnen hat. Mit der unbeirrten und scharfen Anwendung dieses Grundgesetzes entziffern wir die ganze, so unendliche Formenmannigfaltigkeit der Pflanzen.

Betrachten wir das Gewebe der verschiedenen Theile der **weißen Lilie**, so bemerken wir zunächst, daß der Schaft aus einem parenchymatischen Zellgewebe besteht, welches zahlreiche, von Gefäßen, besonders Spiralgefäßen, begleitete Prosenchymbündel umschließt, deren Lage jedoch keine bestimmte Anordnung deutlich erkennen läßt. Diese Prosenchym- oder Gefäßbündel geben dem Stengel seine Steifheit und Festigkeit, während das zwischen denselben liegende und sie umhüllende Parenchym großentheils sehr zart und weich ist. Man erkennt daher die genannten Bündel leicht, und wenn man einen Stengel zerquetscht oder zerdreht, so kommen dieselben noch deutlicher als feste Fäden zum Vorscheine. Jedes Bündel besitzt an seinem, der Mittelaxe des Stengels zugewandten Theile ein wirkliches Gefäß oder mehrere solcher, während der entgegengesetzte Theil aus Prosenchym besteht, welchem sich sehr langgestreckte und feste Zellen, den **Bastfasern** vergleichbar, zugesellen. Auf der Grenze zwischen beiden kommen Gefäße vor, welche mit Saft gefüllt sind, und welche man „**besondere**" oder „**eigentliche**" Gefäße, oder auch „**Milchsaftgefäße**" genannt hat, weil man dieselben mit den Gefäßen der Thiere und ihren Inhalt mit dem Milchsafte derselben vergleichen zu dürfen glaubte, indem man der Ansicht war, daß dieser Saft gleichsam als roher Nahrungssaft der Pflanze angesehen werden müsse. Wir werden später bei anderen Pflanzen Gelegenheit finden, von diesen „eigentlichen" oder Milchsaftgefäßen und ihrem Inhalte näher zu reden. Im Allgemeinen sind dieselben bei den meisten Pflanzen noch sehr wenig bekannt und besonders bei denjenigen, bei welchen, wie bei der Lilie, der „Milchsaft" sich nicht durch eine besondere Färbung auszeichnet. Die gewöhnlichen Gefäße der Lilie führen anfangs auch Saft, allein später ändert sich dieses und sie enthalten dann nur Luft.

Nahe unter der Oberhaut sind die Zellen des Lilienstengels durch reichlich vorhandene Chlorophyllkörnchen grün gefärbt. Die Oberhaut ist mit Stomaten versehen, wie an den Blättern.

Das Gewebe der Zwiebelaxe weicht von dem des Zweigstengels oder Schaftes nicht erheblich ab. Beim Wachsthum derselben entstehen stets neue „Gefäßbündel" rings um die früheren, ohne jedoch sich diesen innig anzuschließen, indem das gemeinsame Mark- und Rindenparenchym, welches hier durchaus nicht unterschieden werden kann, immer vorherrschend bleibt und sich nicht völlig verdrängen läßt. Gegen den Gipfelsproß der Zwiebel laufen die Gefäßbündel zusammen und kreuzen auf diesem Wege die Gefäßbündel, welche aus der Zwiebelaxe in die Zwiebelschuppen oder Blätter übergehen, so daß man, vom Gipfel her sie verfolgend, glauben sollte, sie verliefen vom Gipfel abwärts innerhalb jener älteren Gefäßbündel (Fig. 198, A); allein weiter abwärts bemerkt man die Kreuzung und sieht, daß sie wirklich außerhalb verlaufen. Auch werden sie demnächst nach einander, wenn ihnen entsprechende Blätter gebildet sind, und innerhalb des Kreises dieser Blätter neue Blätterkreise erzeugt werden, allmählig wieder auswärts gebogen und von den später gebildeten, den letzteren Blättern entsprechenden, Gefäßbündeln gekreuzt. Der Zweigstengel zeigt übrigens die nämliche Anordnung der Gefäßbündel, nur ist dieselbe hier wegen der weiteren Abstände der Blätter und des längeren Verlaufes der Bündel minder schwierig zu entwirren. Eine solche Anordnung der Gefäßbündel ist übrigens für alle monocotyledonischen Pflanzen die Regel (Fig. 198, B), und findet beim Palmbaume ebenso wohl statt, als bei der Lilie.

Das Gewebe der Wurzeln ist dem des Schaftes ähnlich, nur noch zarter. Chlorophyll in den Zellen und Stomate auf der Oberhaut fehlen hier völlig.

Die Zwiebelschuppen bestehen aus fleischigem, d. h. sehr saftreichem und zartem Parenchym, dessen Zellen, wie übrigens fast alle Theile der Lilie, in ziemlich hohem Grade mit eiweißartig zähklebrigem Schleime erfüllt sind. Sie werden dieses Schleimes wegen arzneilich benutzt. In Syrien und Palästina, dem eigentlichen Vaterlande der weißen Lilie, werden sie gekocht und gegessen; bei uns kennt man diese Benutzung nicht, da die Pflanzen nur ihrer schönen und duftenden Blumen wegen zu uns verpflanzt worden sind. Mit dem Gewebe der Zwiebelschuppen stimmt im Allgemeinen dasjenige der eigentlichen **Blätter** überein, nur daß an diesem die einzelnen Theile deutlicher gesondert sind. Im Allgemeinen sind die Blätter viel dünner, als die Zwiebelschuppen; nur in der Mittellinie verliert sich die Dicke der ersteren nicht so sehr, sondern hier verläuft eine auf der Unterfläche des Blattes vorspringende „Mittelader" oder „Mittelrippe," entsprechend dem stärksten Gefäßbündel, oder vielmehr der zahlreichsten Gruppe von solchen, welche nahe zusammengedrängt in dieser Richtung verlaufen. Jedoch sind keineswegs alle Gefäßbündel der Zwiebelschuppe oder des Blattstieles in dieser Mittelrippe vereinigt, sondern einige laufen für sich neben demselben durch den dünneren Theil des Blattes, und viele trennen sich allmählig seitwärts abweichend noch innerhalb des Blattes. Doch haben alle einen sehr schlanken und fast parallelen Verlauf. Gerade bei der weißen Lilie ist indessen dieses Merkmal monocotyledonischer Gewächse nicht sehr ausgezeichnet, denn man bemerkt vielfach, daß die Gefäßbündel sich stellenweise zusammenpaaren und vereinigen und wieder von einander begeben, so daß netzartige Maschen gebildet werden, welche allerdings sehr langgezogen und daher wenig auffallend sind. Die Prosenchymzellen und Gefäße der Gefäßbündel sind farblos, und auch das sie zunächst verbindende und umhüllende Parenchym ist nur schwach grün gefärbt, weßhalb ihre Linien hellgrün oder weißlich erscheinen. Die dünneren, ausgebreiteteren Theile des Blattes zwischen den einzelnen Zügen der Gefäßbündel bestehen aus Parenchym, welches sowohl auf der oberen, als auch auf der unteren Fläche von einer Oberhautzellenschicht bedeckt ist, welche übrigens auch die Züge der Gefäßbündel und den Rand des Blattes, kurz, alle Theile desselben überzieht. Die Oberhaut besteht aus platten, farblosen Zellen und besitzt zahlreiche **Stomate**, auf der Unterseite jedoch weit

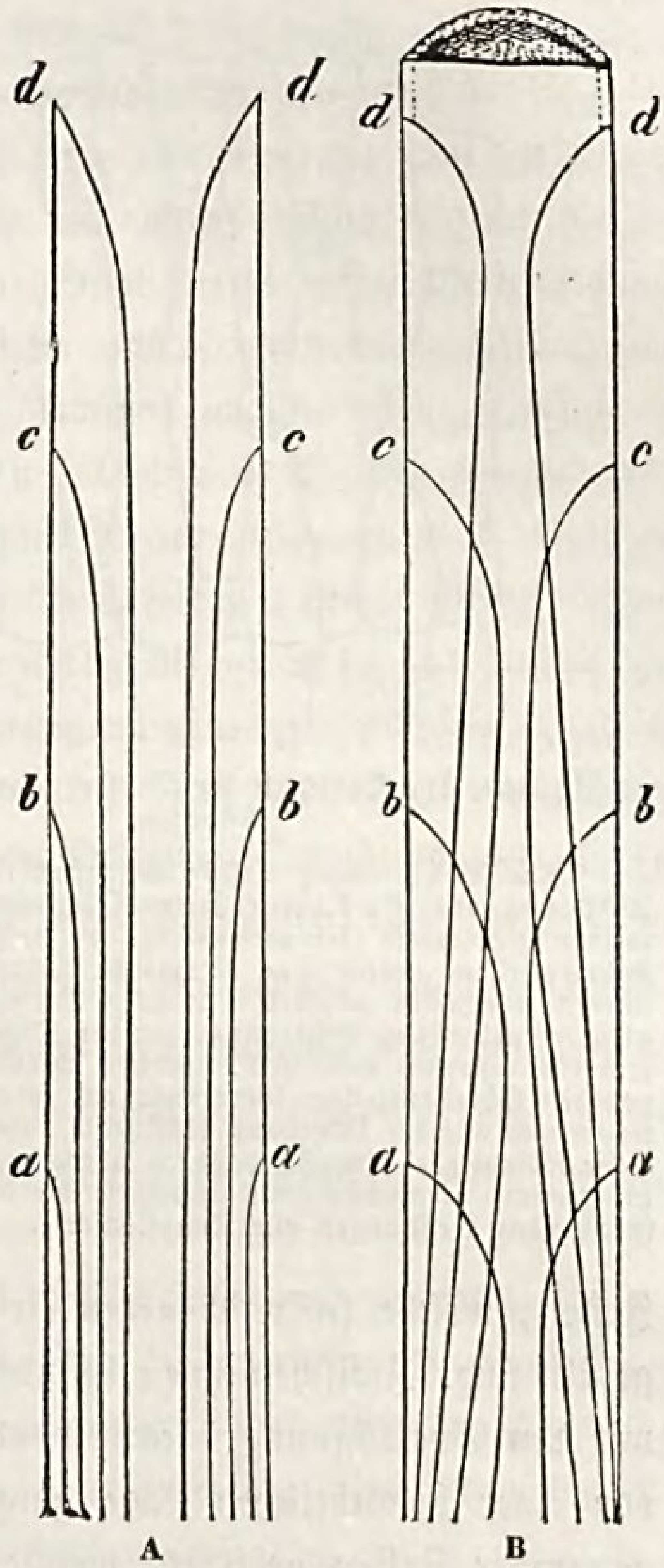


Fig. 198. Ideale Darstellung des Verlaufes der „Gefäßbündel" in den Axenorganen monocotyledonischer Pflanzen. *

* **A** Falsche Vorstellung, welche man sich früher machte und in deren Folge man die Monocotyledoneen „von innen wachsende" oder „endogene" Gewächse genannt hat. — **B** Die der Wirklichkeit entsprechende Anordnung. — Die Buchstaben bezeichnen die Ursprungspunkte von Blättern.

häufigere, als auf der Oberseite; auf den Zügen der Gefäßbündel fehlen sie gänzlich. Die Zellen der Oberhaut sind bei allen Monocotyledoneen auffallend lang gestreckt (Fig. 199). Zunächst unter der Oberhaut befindet sich (Fig. 200) unter der Oberseite des Blattes eine doppelte Schicht dicht gedrängter länglicher

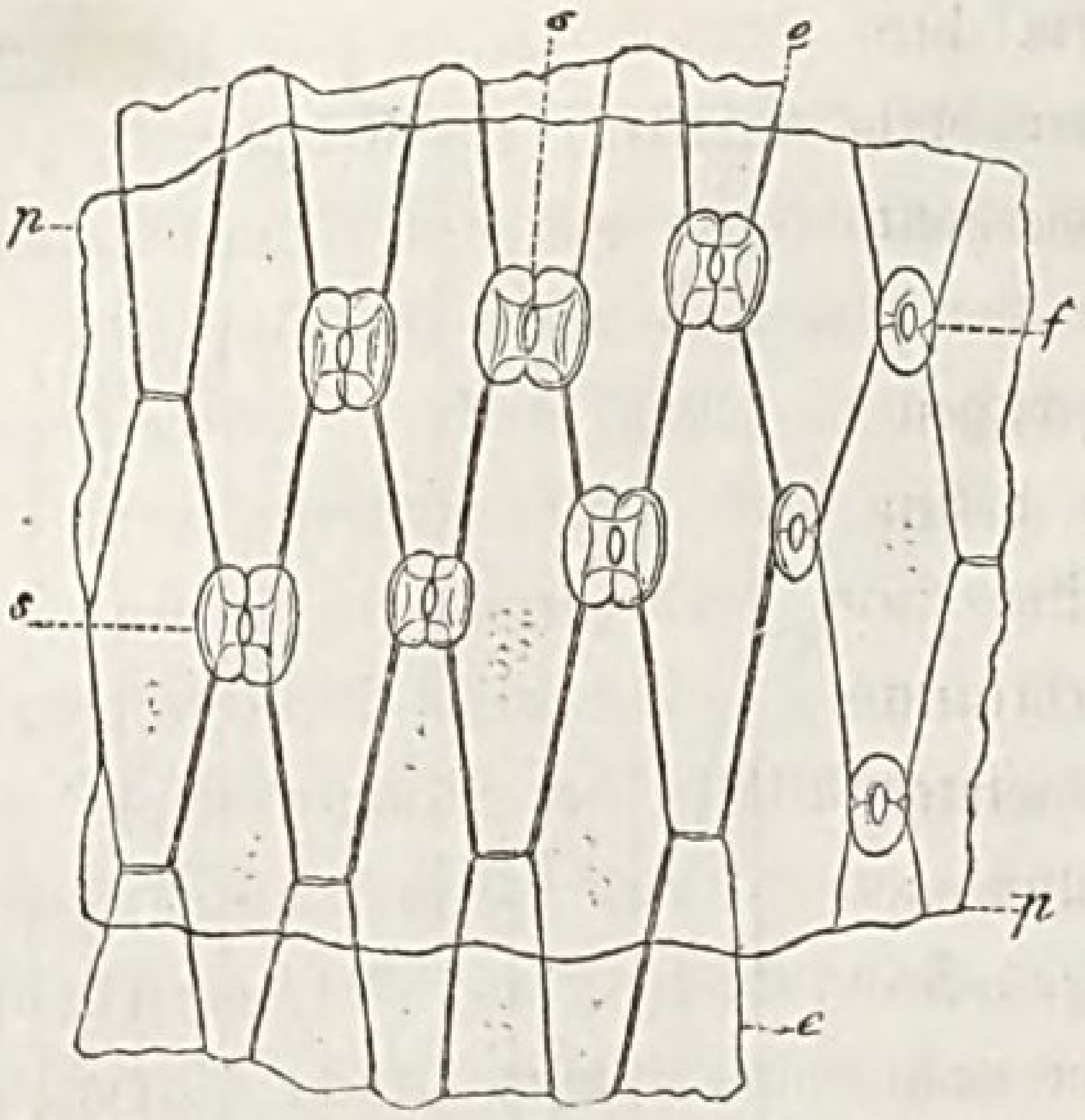


Fig. 199. Die Oberhaut der Blätter monocotyledonischer Pflanzen. *

* Zur Erläuterung dieses Gegenstandes benutzen wir die Abbildung eines stark vergrößerten Oberhautstückes von der gemeinen Gartenîris (**Iris germanica**), welche zu der Ordnung der Schwertlilien gehört; *ee* eigentliche Oberhaut, aus großen sechseckigen Zellen gebildet, mit ihren Stomaten *s*. Der firnißartig eingetrocknete Schleimüberzug der Oberhaut bildet gleichsam ein äußerstes Häutchen, welches mitunter fetzenweise sich von den Oberhautzellen lostrennt; ein solches Fetzchen, theilweise noch auf der Oberhaut festsitzend, am Rande aber theilweise fehlend, theilweise dagegen überragend, bezeichnet *p p*; in diesem Firnißhäutchen erscheinen die den Stomaten entsprechenden Oeffnungen wie Knopflöcher *f*.

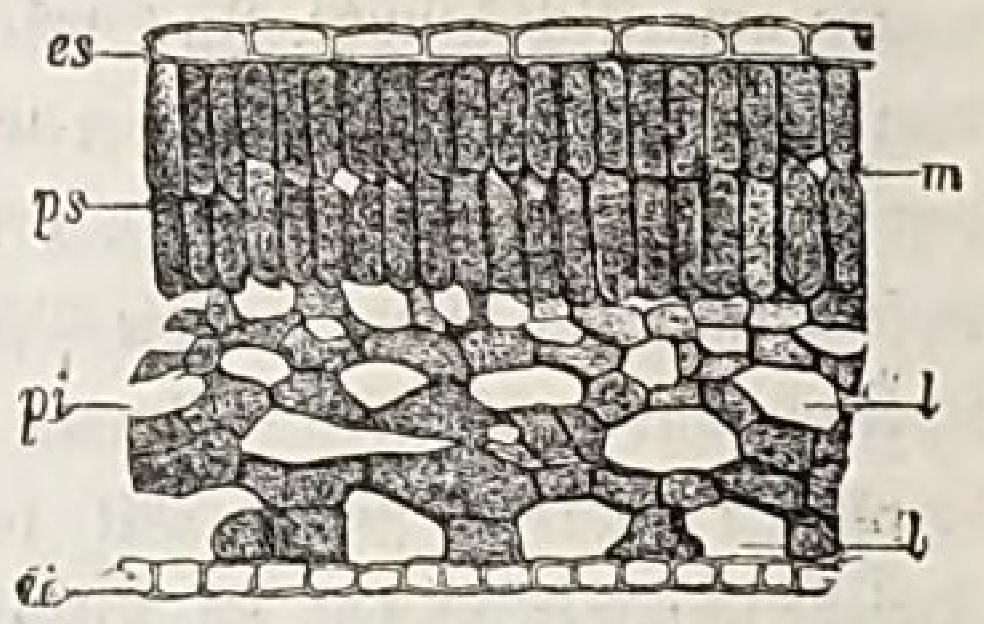


Fig. 200. Ein dünner Schnitt senkrecht durch ein Lilienblatt, stark vergrößert. *

* *es* Oberhaut der oberen Blattfläche; *ei* Oberhaut der unteren Blattfläche; *ps* obere Parenchymschichten; *pi* untere Parenchymschichten; *m* Luftlücken in der oberen Schicht; *l* Luftlücken in der unteren Schicht.

Zellen, welche senkrecht gegen die Oberhautzellen stehen und reichlich mit Chlorophyll gefüllt sind. Zwischen ihnen befinden sich nur wenige und geringe Luftlücken, welche mit den Spaltöffnungen correspondiren. Die untere Hälfte des Blattes wird dagegen von einer beträchtlichen Lage ganz regellos geformter und durch sehr viele Luftlücken getrennter Zellen gebildet, welche ebenfalls viel Chlorophyll enthalten. Die größere Menge der Luftlücken entspricht hier der größeren Zahl der Spaltöffnungen. Bei den Zwiebelschuppen sind diese beiden Schichten des Parenchyms nicht unterscheidbar, und Chlorophyll fehlt in den Zellen derselben gänzlich.

Die Blumenblätter, sowohl die drei äußeren Kelchblätter, als auch die drei inneren Kronenblätter, weichen in Betreff des Gewebes ziemlich von den grünen Blättern des Schaftes ab. Sie bestehen aus gänzlich farblosen Zellen, welche, weil jede Zelle das reine Licht zurückwirft, weiß erscheinen. Spiralgefäße und eigentliche Gefäße sind übrigens auch in den Blumenblättern vorhanden, jedoch verlaufen solche hier nicht bündelweise mit Prosenchymzellen zusammen, sondern ganz vereinzelt oder doch nur wenige zu einem sehr zarten Bündelchen mit langgestreckten Zellen vereinigt. Die Oberhaut besteht aus Zellen, welche nicht abgeplattet sind, sondern wie hügelartige Wärzchen hervorragen, woher der sammetähnliche Schimmer der Blumenblätter rührt. Spaltöffnungen fehlen den inneren Blattseiten gänzlich, auf den äußeren finden sich wenige, besonders bei den Kronenblättern.

Der Mangel des Chlorophylls findet nicht allein bei den Blumenblättern, sondern auch bei den übrigen Theilen der Blume, den Staubfäden und dem Stempel, ebenfalls statt; nur der Fruchtknotentheil des letzteren macht davon eine Ausnahme, indem er lebhaft grün gefärbt erscheint. Jener Mangel des den Pflanzenzellen so häufig, ja fast allgemein zukommenden Farbstoffes ist allen Blumen, sowohl denen der monocotyledonischen, als auch denen der dicotyledonischen Pflanzen eigen=

thümlich. Bei den ersteren theilen denselben ziemlich gleichmäßig mit dem Griffel des Stempels, den Staubfäden und den Kronenblättern die Kelchblätter, und aus diesem Grunde sind bei dieser Klasse die Kelchblätter von den Kronenblättern einzig durch ihre etwas tiefere Stellung an der Axe und durch ihre äußerliche Lage an der ungeöffneten Blumenknospe zu unterscheiden. Man macht daher bei den Monocotyledoneen einen solchen Unterschied häufig gar nicht, sondern nennt beiderlei Blumenblätter mit dieser einen Benennung und bezeichnet sie zusammen als Blüthenhülle oder Perigon (perigonium). Bei den Dicotyledoneen ist es dagegen fast ganz allgemein, daß die äußeren Blätter der Blumenknospe, die Kelchblätter, vollkommen grün gefärbt erscheinen, und sich dadurch eben als Kelch (calyx) von den weißen, rothen, gelben, blauen Kronenblättern der Blumenkrone oder Korolle (corolla) unterscheiden. Indessen kommen mannigfache Ausnahmen und Beschränkungen dieser allgemeinen Verhältnisse vor; es gibt selbst Blumen mit völlig grüner Blumenkrone, und die gelben und weißen Milchsternblumen (Ornithogalum) unserer Gärten und Felder bieten Beispiele dar von Perigonen, bei welchen alle Blätter, sowohl die dem Kelche, als die der Krone entsprechenden, auf der Außenseite mehr oder weniger grün gefärbt sind, während die Innenseite weiß oder gelb erscheint. Nur die Staubfäden, besonders aber die Antheren, sind nie grün gefärbt, und der Griffel des Stempels besitzt eine solche Färbung höchstens in sehr geringem Grade.

Dieser Mangel der grünen Farbe bei den Blüthentheilen der Pflanzen entspricht, ganz wie bei den Pilzen (Seite 590), wo ja ebenfalls die grüne Farbe gar nicht vorkommt, der Athmungsweise der betreffenden Theile. Bringt man einen Strauß von Lilienblumen unter eine Glasglocke, welche mit reinem Sauerstoffgase gefüllt ist, so findet sich nach einiger Zeit anstatt des Sauerstoffes Kohlensäure in dem Gefäße. Die Blumen nehmen Sauerstoff in sich auf und hauchen solchen mit Kohlenstoff vereinigt wieder aus; sie athmen also wie die Pilze und wie die Thiere. Es ist noch weitaus nicht genügend aufgeklärt, wie diese eigenthümliche Athmungsweise mit der Funktion zusammenhange, welche die Blumenblätter und die übrigen Blüthenorgane zu versehen haben. Indessen scheint es, daß eine Hemmung in der Weiterentwicklung der Blumenaxe von dieser eigenthümlichen Natur der Blüthentheile, welche natürlich nicht im Stande ist, die aufsteigenden Säfte so zu verändern und zu verarbeiten, wie die grünen Blätter, die Folge sei, und diese Hemmung des Wachsthumes der Axe scheint eben eine Bedingung der Entwicklung von Samen zu sein, welche auf dem äußersten Gipfel dieser Axe im Fruchtknoten erzeugt werden. Wenigstens finden wir bei keiner Pflanze eine Samenerzeugung, ohne eine Hemmung der Axe. Bei den Cykadeen sahen wir die Wedel zu zungenförmigen (Cycas) oder schuppenförmigen (Zamia) Samenträgern zusammengeschrumpft, bei den Coniferen ebenfalls. Wir werden ähnliche Fälle bei allen Samenpflanzen wiederfinden, und immer wird die Verkürzung der Axe entweder begleitet sein von der Umwandlung der Blattorgane in thierisch athmende Blumen, oder aber von völliger Verkümmerung der Blattorgane, welche in letzterem Falle ebenfalls keine Dienste für die Zubereitung der Säfte zu leisten vermögen. Die Blumentheile der Pflanzen verhalten sich wie todte Pflanzentheile; die in ihnen enthaltenen Substanzen fallen der Verwesung anheim, indem sie sich mit Hülfe des

atmosphärischen Sauerstoffes zersetzen. Ganz dasselbe ist bis zu einem gewissen Grade mit allen sämmtlichen Pflanzentheilen der Fall, sobald denselben die Bedingungen zur Verrichtung ihrer eigenthümlichen Athmung fehlen. Sobald der Pflanze das Sonnenlicht fehlt, unter dessen Einflusse allein sie im Stande ist, Kohlensäure zu zersetzen, indem sie den Kohlenstoff in die Mischung ihrer Säfte aufnimmt und Sauerstoff aushaucht — so beginnen alle ihre Theile wieder Kohlensäure zu bilden, indem sie Sauerstoff aus der Luft aufnehmen. Alle Gewächse hauchen aus diesem Grunde bei Nacht, freilich nur in sehr geringer Menge, Kohlensäure aus; ebenso, wenn sie an finstern Orten wachsen (Zierpflanzen im Keller; Gras unter Brettern oder Steinen), wobei sich bald auch die grüne Farbe verliert und die gelbe (mitunter rothe, violette, blaue) Farbe erscheint, das Gewebe sehr zart und hinfällig wird, kurz, Erscheinungen eintreten, welche in mehr als einer Hinsicht an die Blumentheile erinnern.

Die Blumenblätter der weißen Lilie sondern auf ihrer inneren Fläche nahe über ihrem Befestigungspunkte einen Honigsaft aus, welcher zwischen einer Gruppe von locker zusammenstehenden Zellen in einer kleinen Grube hervordringt. Man nennt die Grube das Honiggefäß (nectarium). Solche Honiggefäße oder Nektarien sind bei Blumen eine sehr häufige Erscheinung; bei den lilienartigen Gewächsen sind sie zum Theil sehr ausgezeichnet (Fig. 201). Man kennt die Bedeutung dieser Honigaussonderungen noch nicht; dieselben sind indessen, wenigstens mitunter, nicht bloß Ergüsse von Zuckersaft, sondern enthalten außer diesem ganz eigenthümliche Säfte, zum Theil giftige, d. h. dem menschlichen Organismus unzuträgliche Substanzen. So erregt der Honig der Kaiserkronenlilie Erbrechen. Die Insekten, besonders aus der Ordnung der Immen, werden durch den Honig der Nektarien angelockt und befördern, indem sie in der Blume ein- und auskriechen, nicht selten ein wichtiges Werk der Natur, die Befruchtung. — Mit der eigenthümlichen Athmungsweise der Blumentheile steht ohne Zweifel auch die Bildung ätherischer Oele in Zusammenhang, von welchen der köstliche Duft der Blumen herrührt. Jede Pflanzenfamilie, ja fast jedes Geschlecht erzeugt ein besonderes derartiges Oel; über die chemische Mischung solcher Oele ist noch nicht vieles bekannt; nur einige arzneilich oder zum Luxus gebrauchte Arten sind näher untersucht worden. Diese Oele verflüchtigen sich außerordentlich, was dadurch zu geschehen scheint, daß sie mit dem Sauerstoffe der Luft flüchtige, d. h. gasartige Verbindungen eingehen. Erst diese Verbindungen sind duftend, nicht die in den Blumentheilen enthaltenen Substanzen; daher die in einer Blume enthaltene und diese umgebende Luft mehr duftet, als die Blumentheile selbst. — Die Aussonderung von Honig und ätherischem Oele ist freilich vorzugsweise den Blumenblättern, besonders den Kronenblättern, eigen; allein in einem gewissen Grade theilen dieselbe Eigenschaft auch die Staubfäden und der Griffel des Stempels, deren Gewebe ebenfalls mit dem der Kronenblätter weit mehr, als mit dem der grünen Stengelblätter übereinstimmt.

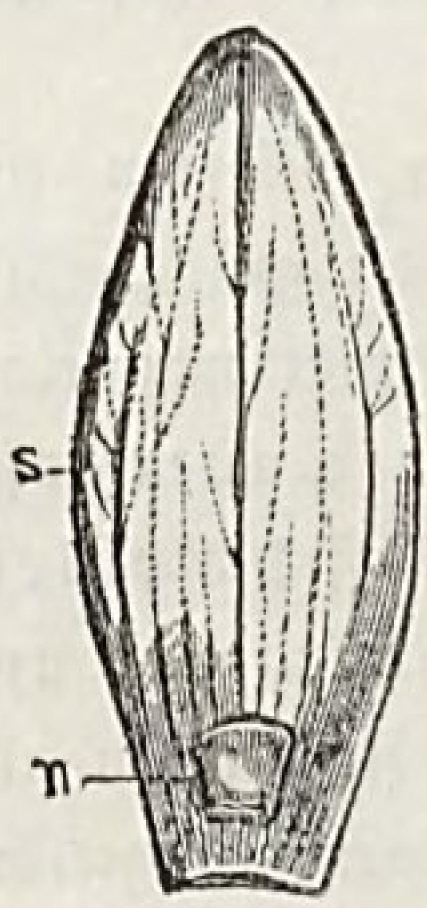


Fig. 201. Ein Blumenblatt der Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis). *

* s Das Blatt; n ein Nektarium am Grunde der Innenseite.

Die Staubfäden (Fig. 202) der weißen Lilie gleichen äußerst schmalen,

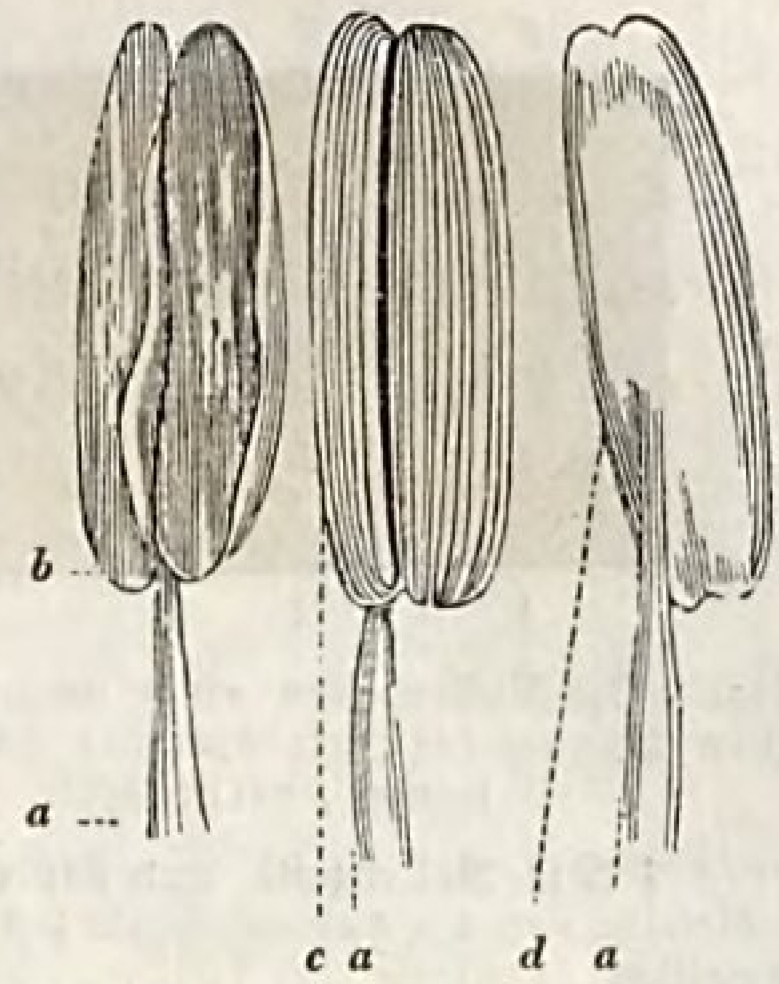


Fig. 202. Die Staubbeutel oder Antheren der weißen Lilie auf den Trägern. *

* a Anthere; b Träger oder Filament.

fadenartigen Blumenblättern. Sie bestehen aus einem sehr zarten und ziemlich lockern Parenchyme, welches mit einer zarten Oberhautschicht überzogen ist. Letztere besitzt keine Stomate. Die ganze Länge des Fadens durchzieht ein völlig unverästeltes Bündel von Luftgefäßen, welches in demjenigen Theile endigt, an welchem die Antheren befestigt sind. Die Antheren erscheinen, wenn man sie in der Blumenknospe sehr frühzeitig untersucht, als kleine Anschwellungen des Zellgewebes auf dem Gipfel der Filamente, welche letztere dann noch sehr kurz sind und erst allmählig durch fortwährende, nach unten allmählig erlöschende Vermehrung ihrer Zellen ihre volle Länge erreichen. Das Zellgewebe der Antheren ist um diese Zeit noch ganz gleichartig zu beiden Seiten der Mittellinie, in welcher demnächst die erwähnten Luftgefäße endigen. Allein mit der Zeit verändert sich mehr und mehr die äußere Form sowohl, als das Gewebe im Innern. In der gedrängten Knospenlage nehmen die Antheren, sich vergrößernd, die Form eines eiförmigen, etwas plattgedrückten Körperchens an, welches über den Gipfel des Filamentes sowohl abwärts, als aufwärts hervorragt, und welches daher später bei geöffneter Blume, wenn der obere Theil sich etwas rücklings beugt, gleichsam balancirend auf dem Filamente schwebt, dessen Fortsetzung übrigens eine Linie ist, welche die Anthere in zwei gleichartige Seitenhälften theilt. In jeder Seitenhälfte entwickelt sich eine Zelle vorzugsweise stark, und in dieser erzeugen sich mehrfache Tochterzellengenerationen, ganz wie wir dieses bei den Antheren der Tanne beschrieben haben. Es füllen sich auf diese Weise beide Seitenhälften der Antheren, indem sich zugleich die Zellen derselben von innen her theilweise auflösen und nur eine doppelte Schicht als Wandung des entstehenden Fächleins übrig bleiben, mit Pollenzellen, welche bei der Lilie so groß sind, daß man dieselben mit bloßem Auge einzeln wahrzunehmen vermag. Die beiden Fächer schwellen durch die Entwicklung des Pollen ziemlich bemerkbar an, so daß die Mittellinie als ein dünnerer Verband zwischen ihnen erscheint. Dieselbe erhält daher den Namen Connektiv. Sie liegt auf dem Gipfel des Filamentes, fast wie der Querstrich auf einem T. Die Wandung der beiden Antherenfächer oder Staubbeutel besteht aus einer äußeren Oberhautschicht, während die nächst innere Schicht aus Zellen mit spiralig und netzförmig abgelagerten Verdickungsschichten versehen ist. Nachdem die Blume aufgeblüht ist und in Folge dessen die Wandungen ausgetrocknet sind, reißen dieselben auf der nach innen gewandten Seite der Antherenfächer mit einem Längsrisse neben der Mittellinie auf (Fig. 201, c), und die Pollenzellen werden verschüttet. Dieselben hangen dann anfänglich als ein beträchtliches goldgelbes mehliges Häufchen an der sich nach außen umschlagenden Wandung der Staubbeutel.

Die Pollenzellen sind länglich eiförmig und zeigen auf einer Seite eine Längsfalte. Diese Form und Falte sind für die Pollenzellen monocotyledonischer Gewächse außerordentlich gewöhnlich, und man kann darnach selbst diese winzigen Theilchen der genannten Klasse von Pflanzen deutlich erkennen (Fig. 203), ebenso, wie wir den Pollen der Coniferen mikroskopisch zu erkennen vermochten (Fig. 160).

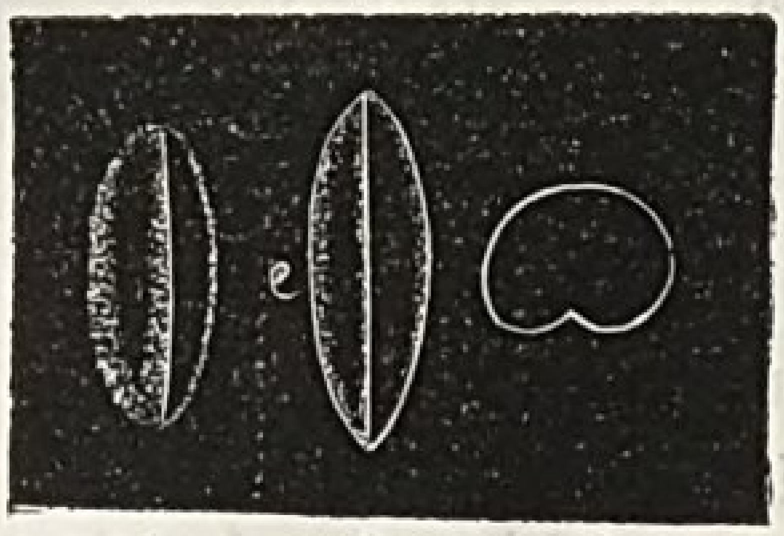


Fig. 203. Pollenzellen einer monocotyledonischen Pflanze des Jakobslauches (**Allium fistulosum**), vergrößert.

* 1 Die Pollenzelle von der einen Seite; 2 dieselbe von der anderen Seite; 3 Querschnitt derselben.

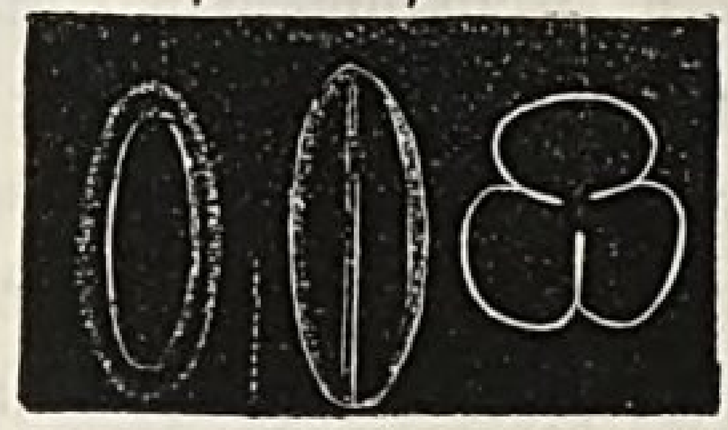


Fig. 204. Aehnlich gestaltete Pollenzellen einer dicotyledonischen Pflanze der dreifarbigen Winde (**Convolvulus tricolor**), vergrößert. *

* *p* Der sogenannte Pol der Zelle; *e* der sogenannte Aequator, durch welchen der Querschnitt gelegt ist; — *a*, *b* und *c* haben dieselbe Bedeutung wie bei der vorigen Figur.

Bei den Dicotyledoneen findet sich freilich mitunter eine ähnliche Form, allein in diesem Falle erkennt man stets eine Mehrzahl von Längsfalten, meistens drei solche (Fig. 204).

Die zum Stempel vereinigten Karpelle oder Stempelblätter zeigen, wenigstens an ihrem unteren, dem Blattstiele entsprechenden Theile, welcher den Fruchtknoten bildet, ihre Blattnatur in Betreff des Gewebes sehr deutlich. Sie bestehen aus einem Parenchym, welches mehr oder minder vollkommen zwei verschiedene Schichten wahrnehmen läßt. Die äußere Schicht, welche also der Unterseite des Blattes entspricht, ist mit einer dichten Oberhautzellenlage bedeckt, deren Stomate ziemlich zahlreich sind und der Luft den Zutritt zu dieser, daher gesättigt grünen, Schicht gestatten. Die innere, der Oberseite des Blattes entsprechende Schicht, welche mit der Luft gar nicht in Berührung kommt, besitzt eine zartere, unbestimmter ausgebildete Oberhaut, gar keine Spaltöffnungen, und in Folge des Luftmangels auch keine grüne Farbe. Gefäßbündel durchziehen das Parenchym, ganz ähnlich, wie in den grünen Blättern des Stengels. Dieser Theil der Stempelblätter weicht, sowie in den beschriebenen Eigenthümlichkeiten des Gewebes, auch darin von den übrigen Blattorganen der Blume ab, daß derselbe nicht hinfällig ist und nach der kurzen Blüthezeit vergeht; vielmehr nimmt derselbe später an Größe noch bedeutend zu. Dagegen stimmt der obere, sehr schmale (der Nadel der Tanne entsprechende) Theil dieser Blätter, welcher den Griffel des Stempels bildet, fast ganz mit dem Gewebe der Staubfäden überein. Das Parenchym desselben ist äußerst zart, die Oberhaut zart und ganz ohne Spaltöffnungen; Luftgefäße durchziehen das Parenchym, doch lassen letztere hier einigermaßen eine ähnliche Verästelung wahrnehmen, wie in den Fruchtknotenblatttheilen. Da die drei Karpelle mit ihren zusammengebogenen Rändern vereinigt den Griffel bilden, so bleibt in der Mittellinie des Griffels ein dreiwinkliger Kanal (Fig. 205). Die diesem Kanale zugewandte Fläche der Griffeltheile der Stempelblätter ist bedeckt von einer Oberhautschicht, deren Zellen als hügelartige Wärzchen hervorragen und Feuchtigkeit ausschwitzen, weßhalb man sie wohl, wie überhaupt ähnliche aussondernde Zellen (z. B. die der Honiggefäße), mit den Drüsen der Thiere verglichen und ebenfalls so benannt hat. Diese drüsige Be=

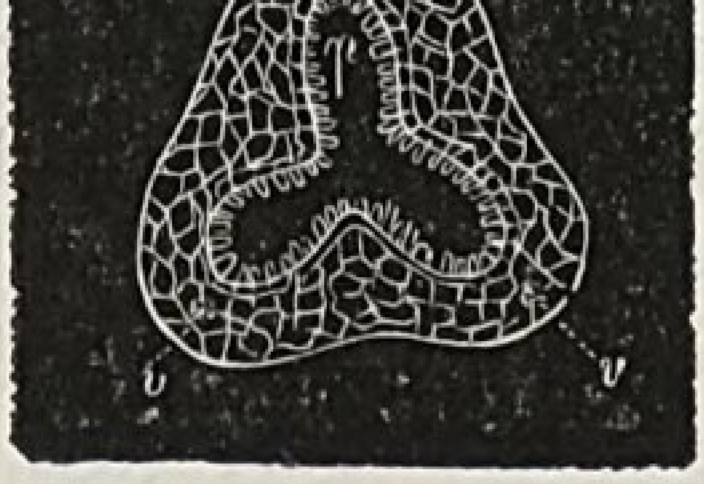


Fig. 205. Querschnitt durch den Griffel der Kaiserkronenlilie (**Fritillaria imperialis**), um das Parenchym und die den Kanal umgebende drüsige Oberhaut zu zeigen, welche hier ganz so gebildet ist, wie bei der weißen Lilie; *v* Gefäßbündel, den Mittelrippen der drei Blätter entsprechend; *p* Drüsenzellen.

schaffenheit der Zellen ist an keinem Punkte ausgezeichneter, als an der Spitze des Griffels, wo die drei Blätter desselben eine schwache Rücklingskrümmung machen und durch stärkere Entwicklung ihres Parenchyms ein abgerundet dreikantiges Knöpfchen, die sogenannte Narbe, darstellen. Der Eingang in den Griffelkanal ist ganz durch solche, fast fadenartig verlängerte und durch einander wie ein schwammiges Pilzgewebe verflochtene Drüsenzellen verhüllt. Gleichwohl ist er vorhanden und bildet eine locker verstopfte Verbindungsröhre der inneren Fruchtknotenhöhlung mit der äußeren Luft.

In der Fruchtknotenhöhlung, durch die Hülle der drei Karpellblätter gänzlich verborgen, steht das sogenannte Mittelsäulchen oder der Samenträger, die letzte Fortsetzung des Blüthenstieles. An dieses Mittelsäulchen sind die paarweise zusammengewachsenen, einwärts geschlagenen Seitenränder der Karpellblätter angewachsen, so daß hiedurch die Fruchtknotenhöhlung in drei völlig gesonderte Fächer geschieden wird. In jedem dieser Fächer entspringen aus dem Samenträger zwei senkrechte Zeilen sehr zahlreicher und sehr nahe übereinander stehender Samenknospen. Es befinden sich, wie wir sehen, bei der Lilie nicht allein auf einer und derselben Pflanze männliche, pollenerzeugende und weibliche samenknospentragende Organe, sondern es sind diese sogar auf einem und demselben Zweige in einer gemeinsamen Blume vereinigt. Man nennt die Lilien daher zwitterblüthig. Wir werden finden, daß weitaus die meisten Monocotyledoneen und Dicotyledoneen Zwitterblüthen besitzen, und wenn wir manche Pflanzen dieser Klassen antreffen, deren Blüthen theils nur männliche, theils nur weibliche Organe enthalten und also „getrennten Geschlechtes“ sind, so haben wir meistens deutliche Ursachen, anzunehmen, daß in solchen Blüthen die einen oder anderen Organe nur unausgebildet geblieben sind, indem solche eingeschlechtige Blumen keinerlei weitere Verschiedenheiten zeigen. Uebrigens werden wir Beispiele genug kennen lernen, nicht allein von solchen Pflanzen, bei denen eine eingeschlechtige Ausbildung der Blüthen regelmäßig stattfindet, sondern auch von solchen, bei welchen alle Blumen eines Gewächses sämmtlich nur männlich, alle eines andern Gewächses dagegen nur weiblich sind. Bei den lilienartigen Pflanzen findet sich freilich kein solches Beispiel.

Die Entwicklung der Samenknospen wollen wir an dem Beispiele der in dieser Hinsicht sehr genau untersuchten Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis) betrachten, einer Zierpflanze unserer Gärten, welche sich von der weißen Lilie zwar wesentlich unterscheidet durch viel dichter beisammen stehende, auf sehr wenig ansteigenden Spiralen geordnete und gegen den Gipfel sogar schopfartig zusammengedrängte, schmale, dunkelgrüne Blätter, und durch gelb bräunlichrothe Blumen, deren in den Achseln der Schopfblätter entspringenden Stiele sich völlig rücklings beugen und die Blüthen folglich herabhangen lassen. Doch genügt dieses Beispiel gleichwohl; denn die Kaiserkronenlilie hat so viele wesentlichere Aehnlichkeiten mit der weißen Lilie, daß kaum ein Grund vorhanden ist, sie durch einen besonderen Geschlechtsnamen (Fritillaria) von dem Geschlechte der Lilien (Lilium) zu trennen. Besonders aber ist die Bildung des Fruchtknotens und die Entwicklung der Samenknospen bei beiderlei Pflanzengeschlechtern gänzlich übereinstimmend.

Lange vor dem Aufblühen der Blume, während vielmehr die Blumenknospe noch ganz klein ist, ja, gleichzeitig mit dem ersten Erscheinen dieser Knospe selbst,

bilden sich an dem zarten Gewebe des Samenträgers sehr viele äußerst kleine zellige Wärzchen — die ersten Anlagen der Samenknöspchen — reihenweise übereinander. Diese Wärzchen entspringen keineswegs in Achseln von Blattorganen, sondern die Karpelle sind die letzten Blätter, welche an der Blumenaxe auftreten; innerhalb des Fruchtknotens würden Blattorgane keinen Zweck für den Samenträger erfüllen können. Rings um den Grund jedes Zellenwärzchens erhebt sich ein ringförmiger Zellenwulst, welcher bald zur inneren Samendecke wird; rings um diese folgt fast gleichzeitig eine zweite, dickere Samendecke. Während diese Samendecken entstehen, verlängert sich das Zellgewebe am Grunde der Samenknospe unter dieser und den Samendecken beträchtlich, besonders an derjenigen Seite der Samenknospe, welche von den einspringenden, mit dem Samenträger verwachsenen und die Fachscheidewand des Fruchtknotens bildenden Rändern der Karpelle bedrängt wird. Die Folge davon ist eine Krümmung der Samenknospe gegen die Mitte des Faches. Ja, während die beiden Samendecken sich so weit ausbilden, daß sie den Knospenkern, das Zellenwärzchen, welches indessen ebenfalls zunimmt, gänzlich umhüllen und auf dem Gipfel desselben nur eine Mikropyle offen lassen, geht die Krümmung, zuerst der Wandung des Faches folgend, bei der Begegnung der Samenknöspchen der beiden in einem Fache stehenden Reihen aber vollends zur Umkehr gezwungen, so weit, daß endlich die Mikropyle sich wieder dem Punkte nähert, an welchem das Samenknöspchen ursprünglich entstand (Fig. 206). Das Zellgewebe des Knospengrundes ist nun ein kurzer zelliger Strang geworden, auf welchem die völlig umgekehrte Samenknospe befestigt ist, und mit welchem die eine Seite der äußeren Samendecke in inniger Berührung, ja fast in völliger Verschmelzung steht. Man nennt diesen Strang den Nabelstrang, den Punkt, wo derselbe zunächst mit der äußeren Samendecke verwachsen zu sein scheint, den Nabel. Allein der wahre Vereinigungspunkt ist am ursprünglichen Knospengrunde. Aus dem Samenträger, innerhalb dessen sich Gefäßbündel entwickeln, verläuft ein Gefäßbündelchen in jeden Nabelstrang und erstreckt sich, neben dem sogenannten Nabelpunkte ungestört weiter gehend, bis zum eigentlichen Knospengrunde, welcher durch die Endigung dieses Bündels bezeichnet bleibt, wenn auch der Nabel sehr innig mit der äußeren Samendecke zusammenwächst.

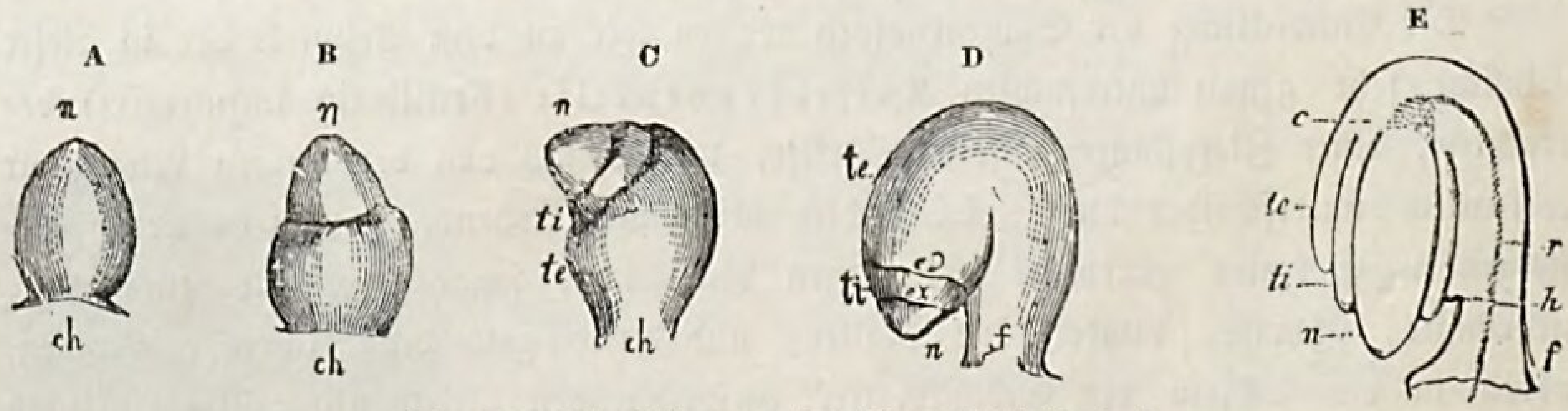


Fig. 206. Die Krümmung des Samenknöspchens. *

* Zur Erläuterung dieser bei sehr vielen monocotyledonischen sowohl, als dicotyledonischen Pflanzen vorkommenden Krümmung der Samenknöspchen bedienen wir uns einer vergrößerten Darstellung der Entwicklung des Samenknöspchens des bekannten dicotyledonischen Schwalbenwurz oder des gemeinen Schöllkrautes (Chelidonium majus). — A Erste Stufe, nacktes Kernwärzchen; B zweite Stufe, die innere Samendecke ist gebildet; C dritte Stufe; es hat sich auch die äußere Samendecke gebildet und die Krümmung beginnt; D vierte Stufe, die Krümmung ist vollendet; E die ausgebildete Knospe im Durchschnitte. — *n* Kernwarze; *ch* Knospengrund; *c* derselbe Punkt bei der gekrümmten Knospe; *ti* innere Samendecke; *ex* innerer Rand der Mikropyle; *te* äußere Samendecke; *ed* äußerer Rand der Mikropyle; *f* Nabelstrang; *h* Nabelpunkt; *r* Gefäßbündel des Nabelstranges, bei *c* endigend.

Schon etwa zwei Wochen vor der Zeit des Aufblühens, bevor noch die Samendecken den Knospenkern völlig verhüllen und bevor die Krümmung des Knöspchens

in völlige Umkehrung ausartet, beginnt schon eine Zelle inmitten des Kernwärzchens sich bedeutender auszudehnen, als die umgebenden Zellen, deren ganzen Verein wir gleich von vorn herein wieder als Perisperm bezeichnen wollen, wie den gleichbedeutenden Theil der Samenknospe bei den Gymnospermen. Die durch Größe vorherrschende Zelle ist das Keimsäckchen (Fig. 207). In diesem zeigen sich zahlreiche Körnchen und eine ziemlich große Zelle, welche wiederum mehrere bläschenförmige Cytoblasten umschließt. Im Keimsäckchen bilden sich freischwimmende Zellen, ohne zu einem geschlossenen Endosperm zusammenzutreten; vielmehr verflüssigen sich manche der gebildeten Zellen wieder. Zu der Zeit des Aufbrechens der Blume befinden sich in dem der Mikropyle zugewandten Theile des Keimsäckchens zwei bis drei Zellen, welche wir als Korpuskula bezeichnen dürfen, da sie ganz die nämliche Bedeutung haben, wie die so benannten Zellen im Endosperm der Gymnospermen. Nur in einem dieser Korpuskula (Fig. 207) erfolgt später eine weitere Entwicklung, während die andern wieder aufgelöst werden.

Die Menge der aus den sechs doppelfächerigen Antheren der Staubfäden verschütteten Pollenzellen ist außerordentlich groß. Es kann nicht fehlen, daß einige dieser Zellen auf die Narbe des Griffels gelangen, da alle Theile der Blume mehr oder minder mit ihnen bestreut werden. Was der Zufall nicht gibt, veranlassen oft die Insekten, welche, angelockt von den Honigsäften, die in den Nektarien, aber

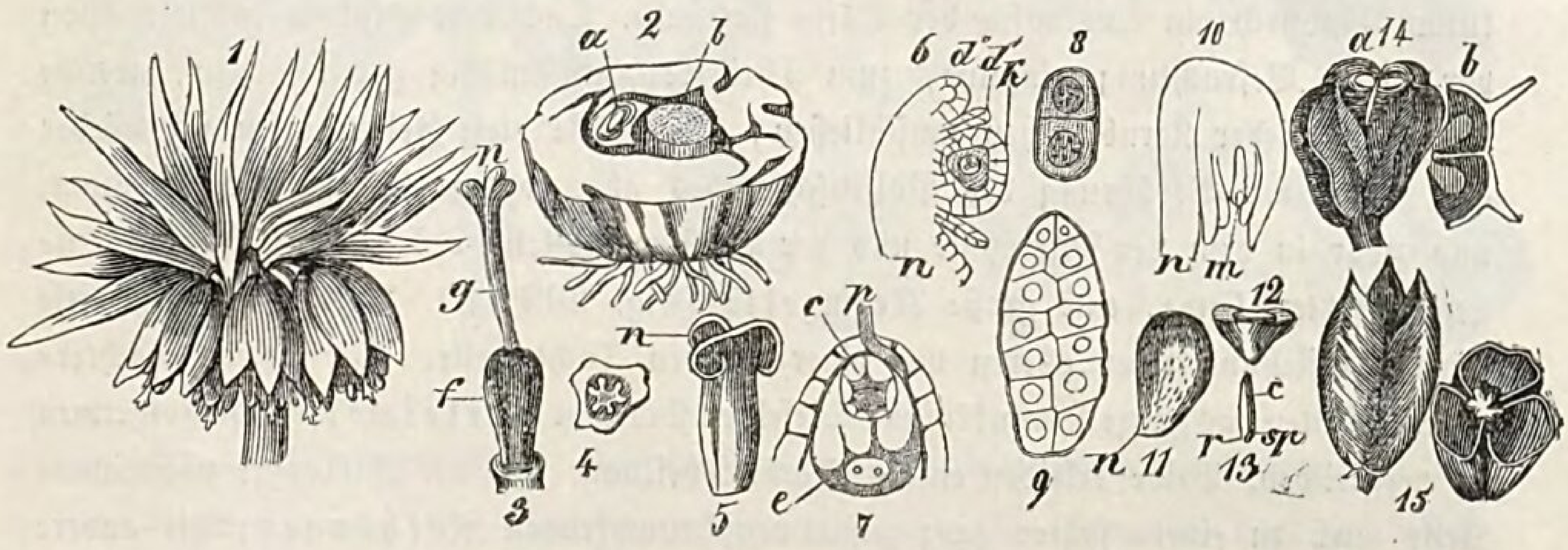


Fig. 207. Die Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis) und die Entwicklung ihres Samens.

* 1 Der Gipfel des Zweigstengels mit einem Schopfe von Blättern, zwischen welchen die herabhangenden Blumen entspringen. — 2 Die Zwiebel durchschnitten; die Zwiebelschuppen sind mit einander verwachsen; *a* die zur Seite gedrängte Gipfelknospe der Zwiebelaxe; *b* der mit durchschnittene Zweigstengel. — 3 Der Stempel auf dem Gipfel des Blumenstieles, von welchem die Blumenblätter und Staubfäden abgenommen sind; *f* Fruchtknoten; *g* Griffel; *n* dreispaltige Narbe. — 4 Querdurchschnitt des Fruchtknotens, etwas vergrößert; man bemerkt drei durchschnittene Paare von den Samenknöspchen, welche reihenweise übereinander an dem Mittelsäulchen stehen. — 5 Der Stempel einer Tulpe (**Tulipa Gessneriana**) zur Vergleichung hier mit dargestellt; der Griffel ist hier nicht entwickelt, die blattartig breitheilige Narbe *n* scheint daher unmittelbar auf dem Fruchtknoten zu sitzen. — 6 Vergrößerter Durchschnitt eines Samenknöspchens aus dem Fruchtknoten (4), welches angefangen hat, sich zu wenden; *n* der schon zum Nabelstrange verlängerte Knospengrund; *k* Knospenkern oder Kernwärzchen, in welchem schon das Keimsäckchen angedeutet ist; *d'* erste Samendecke; *p''* zweite Samendecke. — 7 Die Kernwarze des Samenknöspchens (6, *k*) zur Zeit der Befruchtung, noch stärker vergrößert; *p* Pollenschlauch, welcher schon bis zum Keimsäckchen eingedrungen ist; *e* Keimsäckchen mit Cytoblastem und einzelnen Zellen gefüllt; *c* Korpuskulum, ebenfalls Cytoblastem und Zellen enthaltend, in welchen schon wieder Cytoblasten sichtbar sind. — 8 Das Korpuskulum (7, *c*), in welchem sich zwei große Zellen gebildet haben, deren eine den Vorkeim und Aufhänger bilden wird, während die andere sich zum Keimling entwickeln soll. — 9 Dasselbe Korpuskulum von dem schon aus vielen Zellen bestehenden Embryo völlig gefüllt. — 10 Durchschnitt des befruchteten und völlig gewendeten Samenknöspchens; *n* Nabel; *m* Mikropyle. — 11 Das reife Samenkorn in natürlicher Größe; man erkennt äußerlich schon den Umfang des Endosperms in der schwammig verdickten äußeren Samenschale. — 12 Querschnitt des reifen Samenkorns; man bemerkt den Durchschnitt des Endosperms. — 13 Der Keimling, etwas vergrößert; *c* Cotyledon; *r* Axenorgan; *sp* die Keimungsspalte, unter welcher vom Cotyledon umschlossen das Keimknöspchen liegt. — 14 Der halbaufgesprungene reife Fruchtknoten, $1/4$ d. nat. Gr.; man bemerkt die Samenreihen am Mittelsäulchen unterhalb *a*; *b* Querschnitt einer der drei Klappen, als Beispiel des fachspaltigen Aufreißens der Frucht. — 15 Der halb aufgesprungene reife Fruchtknoten der Herbstzeitlose (**Colchicum autumnale**) nebst nebenstehendem Querschnitte, als Beispiel des scheidewandspaltigen Aufreißens der Frucht.

auch am drüsigen Connektiv der Antheren und auf der Narbe ausgesondert werden, den Blüthenstaub an ihren Beinen von den Antheren auf die Narbe übertragen. Die auf die Narbe gelangte Pollenzelle treibt, durch die aufgesogene Feuchtigkeit anschwellend, einen Pollenschlauch, welcher an der durch die Längsfalte der Pollenzelle bezeichneten Stelle hervortritt, indem hier bei der Ausdehnung der Zelle eine Linie entsteht, auf welcher die äußere Verdickungsschicht fehlt. Der Pollenschlauch dringt zwischen die haarförmigen Drüsenzellen der Narbe ein, indem er durch Endosmose aus denselben Flüssigkeit aufsaugt, mit deren Hülfe er sich mehr und mehr ausdehnt. Das drüsige Zellgewebe, welches den Griffelkanal auskleidet, begünstigt in gleicher Weise die Verlängerung des Pollenschlauches und leitet denselben allmählig bis in die Fruchtknotenhöhlung hinab. Es hat daher den Namen „leitendes Gewebe" erhalten. Der in eines der drei Fächer des Fruchtknotens eingedrungene Pollenschlauch fährt auch hier noch fort, sich zu verlängern, bis er in die Mikropyle eines Samenknöspchens gelangt. In diese dringt er ebenfalls ein und da nur eine einzige Schicht platter Zellen des Perisperms das Keimsäckchen bedeckt, so gelangt er zwischen jenen hindurch leicht bis an dieses. Die Zellenmembran des Keimsäckchens ist äußerst zart, fast gallertartig, und die gleiche Beschaffenheit besitzt auch die Wandung des Korpuskulum, welches unmittelbar die Wandung des Keimsäckchens berührt. So scheint es möglich zu werden, daß durch die zarte Membran des Pollenschlauches und die Wandung des Keimsäckchens und des Korpuskulum hindurch ein Austausch der Säfte stattfinde. Das Korpuskulum enthielt schon vor dieser Befruchtung einzelne, zum Theil verhältnißmäßig große Zellen, welche bisweilen wieder Kernbläschen umschließen; allein alle diese Zellen lösen sich wieder auf. Nach der Berührung des Pollenschlauches aber erzeugt sich im Korpuskulum, und zwar in dem der Mikropyle und der Berührungsstelle des Pollenschlauches entgegengesetzten Ende, eine große Keimzelle (Fig. 208, 8). Bald theilt sich diese durch Entstehung einer oberen und einer unteren Tochterzelle. Die beiden Tochterzellen erfüllen das ganze Korpuskulum. Dieselben sind dem Vorkeime der Gymnospermen zu vergleichen. Beide erleiden eine vielfache Theilung. Die der Mikropyle zugewandte Zelle wird zu einem später ganz zusammenschrumpfenden Aufhänger; die andere Zelle wird zu einem eiförmigen Zellenhäufchen, dem Embryo, welcher früh das Korpuskulum ganz erfüllt und auseinander drängt.

Während die Ausbildung des Embryo vor sich geht, füllt sich das Keimsäckchen mit Zellen, welche zuerst sich an die Wandung anhängen, allmählig aber die ganze Höhlung, so weit diese nicht vom Korpuskulum in Anspruch genommen ist, erfüllen und so nachträglich ein Endosperm darstellen. Dieses Endospermgewebe vermehrt sich sehr lebhaft und dehnt das Keimsäckchen gänzlich auseinander, verdrängt auch das dieses umgebende Zellgewebe des Perisperms der mittlerweile beträchtlich angewachsenen Samenknospe. Da die einzelnen Samenknospen am Samenträger sehr nahe übereinander stehen, so können dieselben sich nicht gleichmäßig allseitig ausdehnen, sondern bedrängen sich in der senkrechten Richtung gegenseitig. Die Samen nehmen daher alle eine zweiseitig stark abgeplattete Form an. Vermittelst des Nabelstranges hangen dieselben auch nach der Vollendung des Embryo am Samenträger. Letzterer läßt sich als ein schwammiger Faden bis an den Knospengrund von der Samendecke ablösen. Unmittelbar neben dem Nabel befindet sich,

noch immer bemerkbar, obgleich bei der nunmehrigen Größe des reifen Samens verhältnißmäßig sehr gering, die Mikropyle. Die äußere Samendecke hat sich zu einer lederig schwammigen Schale entwickelt, die innere Samendecke ist eine zartere Haut geblieben. Das Perisperm ist im reifen Samen so gut wie ganz verschwunden, kaum bemerkt man noch Spuren desselben. Das Endosperm füllt die innere Samendecke unmittelbar als eine fleischige Zellgewebsmasse völlig aus, und in ihm liegt, ohne Spuren des Korpuskulum, eingebettet und verborgen der kleine Embryo (Fig. 208). Dieser kehrt der Mikropyle das eine Ende zu, dem Knospengrunde das andere. Letzteres ist ein Blattorgan, der einzige vorhandene Samenlappen oder Cotyledon, ersteres dagegen ist das äußerst kurze Axenorgan des Embryo. Zwar scheint der Cotyledon auf den ersten Blick auf dem Gipfel des Axenorganes zu stehen; allein es ist dieses eine Täuschung, welche nur durch den unentwickelten, rudimentären Zustand beider Organe entsteht. Durchschneidet man den Cotyledon senkrecht, so findet man da, wo er in das Axenorgan übergeht, eine kleine, ganz nahe unter der Außenfläche liegende und an dieser durch einen kleinen Eindruck bemerkbare Höhlung, in welche der eigentliche Gipfel des Axenorganes, ein sehr zartes Zellenwärzchen, eingeschmiegt ist. Man nennt jene Höhlung die Cotyledonarscheide.

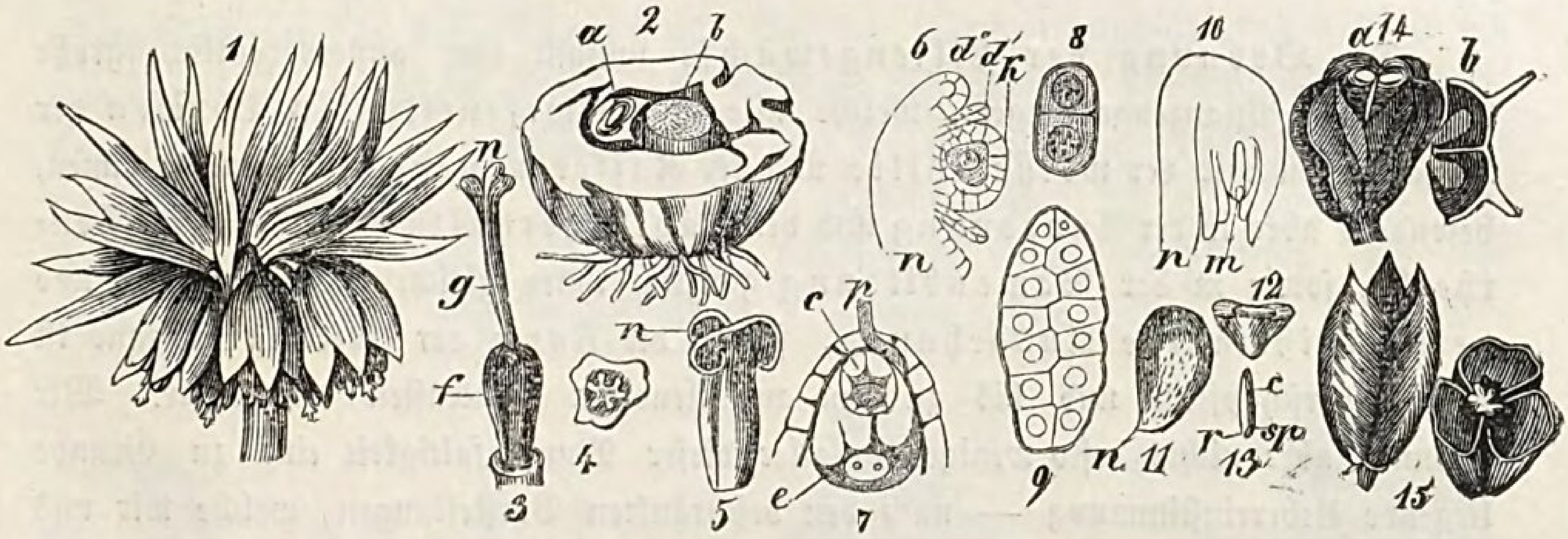


Fig. 208. Die Kaiserkronenlilie (Fritillaria imperialis) und die Entwicklung ihres Samens.

Die Vollendung des Samens erfolgt bei der Kaiserkronenlilie und fast allen Liliengewächsen einige Monate nach der Blüthezeit und somit nach der Befruchtung. Nicht bloß eine Samenknospe wird befruchtet, sondern meistens sehr viele, da sehr zahlreiche Pollenzellen auf die Narbe zu gelangen pflegen. So finden sich denn alle drei Fächer des Fruchtknotens mit Doppelreihen reifer Samenkörner erfüllt. Bis zum Eintritte der Reife dehnen sich die den Fruchtknoten bildenden Blattstieltheile der Karpelle fortwährend aus und jener erreicht dadurch das Mehrfache der Größe, welche er zur Blüthezeit besaß. Sobald die Befruchtung der Samenknospen erfolgt ist, lösen sich die Blumenblätter und Staubfäden, sowie der Griffel des Stempels von ihrem Befestigungspunkte verwelkend ab. Der stehenbleibende Fruchtknoten heißt nun Frucht. Unter einer Frucht verstehen wir also den Samen mit sammt der aus den Karpellen gebildeten Hülle. Aus diesem Grunde konnten wir bei den Gymnospermen wohl von Samen, nicht aber von Früchten reden. Bei den Sporenpflanzen haben wir uns des Ausdruckes „Frucht" mitunter bedient, indem nämlich die Sporen auch bei vielen von diesen innerhalb eigenthümlicher, mehr oder minder einem Fruchtknoten vergleichbarer Hüllen gebildet werden.

Sobald der Same reif wird, trocknen die Zellen der Karpelle aus. Letztere werden zu dürren, pergamentartigen, spröden Kapseln. Da diejenigen Theile der Wandungen vorzugsweise dick sind, in welchen zwei Karpelle zusammengewachsen sind, so krümmen gerade diese sich allmählig rücklings. Dadurch reißen die Karpelle mehr oder weniger um den Samenträger auseinander, und jedes Karpell bekommt einen Riß längs der Mittellinie, so daß dadurch jedes Fach spaltig geöffnet wird.

Beim Keimen treibt der Embryo eine Verlängerung seines Axenorganes gegen die Mikropyle, woselbst dasselbe sich als Wurzelchen hervorstreckt. Das sich auflösende Endosperm dient zur Kräftigung des Embryo, welcher die ihm dargebotenen Flüssigkeiten aufsaugt und sich dadurch so verlängert, daß er sich selber lang aus dem Samen hervorschiebt. Erst nach der Bildung des Wurzelchens beginnt das in der Cotyledonarscheide eingeschlossene Gipfelwärzchen sich als ein deutliches Keimknöspchen zu entwickeln und Blattorgane zu erzeugen. Das erste Blatt dringt, dem Cotyledon gegenüberstehend, aus der Scheidespalte hervor. Indem sodann Blatt auf Blatt rings um das Keimknöspchen hervorbricht, während die Axe kaum eine Verlängerung erfährt, entsteht eine neue Zwiebel.

Die Ordnung der Liliengewächse umfaßt eine außerordentlich große Menge von Pflanzengattungen, welche alle in den wesentlichsten Theilen der Organisation mit der weißen Lilie und der Kaiserkronenlilie übereinstimmen, besonders aber in der Anordnung und den Zahlenverhältnissen der Blüthentheile, sowie in der Samenbildung gänzlich ihnen gleichen. Die Größe und verhältnißmäßige Ausdehnung, sowie die Form der einzelnen Organe ist dabei unerschöpflich und bis zu den auffallendsten Contrasten wandelbar. Wir erkennen aber nichts desto weniger in aller dieser Mannigfaltigkeit eine zu Grunde liegende Uebereinstimmung — nach den beschränkten Vorstellungen, welche wir uns von der Schöpfung zu machen im Stande sind, möchten wir sagen, daß ein gemeinsamer, einfacher Plan erkennbar sei in allen diesen Gestaltungen, eine gemeinsame Grundidee, in deren Ausführung sich die Natur in unendlich möglichen Verschiedenheiten zu erschöpfen scheint.

Nach manchen besondern Eigenthümlichkeiten der Tracht, der Ausbildung der Organe, erkennt man leicht unter allen Liliengewächsen vier verschiedene Gruppen, welche als Familien unterschieden werden können: die Affodillgewächse (Asphodeleæ), zu welchen die Lilien, Kaiserkronen, Tulpen, die Lauchzwiebelgewächse, die Milchsterne, Tuberosen, Hyacinthen, Aloen und Palmlilien gehören, die Zeitlosengewächse (Colchicaceæ), zu welchen nur die Zeitlosen, Germer und Tofieldien, die Smilaceen (Smilaceæ), zu welchen die Maililien, Einbeeren, Spargel, Stechwinden und Drachenblutpflanzen, und endlich die Yamsgewächse (Dioscoreæ), zu welchen die Ignamen und Schmerwurzpflanzen gerechnet werden.

Die Asphodeleen haben meist alle Zwiebeln und treiben nur Zweigstengel oder Schäfte aus der Erde empor. Bei den Smilaceen finden wir einen Uebergang zwischen der Zwiebel- und Stammbildung, nämlich eine Hauptaxe, welche sich fast wenig mehr verlängert, als die der Zwiebel, und welche stets unter dem Boden verborgen bleibt, welche aber dabei nur kleine schüppchenförmige Blattorgane

besitzt, und daher leichter, als die Zwiebelaxe, als ein Axenorgan erkannt wird. Ein solches kurzes unterirdisch bleibendes Axenorgan erinnert uns ganz an unsere einheimischen Laubfarren. Man nennt dasselbe auch hier **Wurzelstock** oder **Rhizom**, weil es seiner Lage und Farblosigkeit wegen leicht für eine Wurzel gehalten wird. Ein solches Rhizom sendet jährlich nahe hinter seinem seitwärts gerichteten Gipfelsprosse einen Zweigstengel aus, welcher dann leicht für eine selbstständige Pflanze gehalten wird, jedoch nur als Zweig betrachtet und etwa mit dem Wedel der Laubfarren verglichen werden darf. Auch lösen sich hier ebenso die mit entwickelten Blättern und Blüthen versehenen Zweigstengel nach der Samenreife im Herbste von der kriechenden Hauptachse durch Bildung einer **Narbe** los, wofür die Maililien zum Theil sehr ausgezeichnete Beispiele liefern (Fig. 209). Beim **Spargel** sind es die jungen Zweigstengel, welche wir genießen. Der Wurzelstock dauert viele Jahre unter dem Boden fort; man nennt daher die mit solchem versehenen Pflanzen insbesondere wohl „**ausdauernde**" oder „perennirende." Es gibt übrigens auch Liliengewächse mit aufrechter und sehr entwickelter Hauptaxe, sogar wirklich **baumartige**, wie die Aloen (Aloe) * und die Palmlilien (Yucca), welche letztere wirklich im Wuchse den Palmen ähneln. Eine ganz eigenthümliche Form nimmt der Wurzelstock bei den **Dioskoreen** an. Bei der Elephantenfußschmerwurz ist er ein bienenkorbförmiger kurzer Stamm, an welchem die dünnen, sich windenden Zweigstengel sich so gering ausnehmen, als ob sie gar nicht dazu gehörten. Bei der gemeinen Schmerwurz ist er ein großer Rübenknollen; bei den Ignamen oder Yamspflanzen (Fig. 181) ist er bald handförmig, bald wurmförmig, oft sehr seltsam gedreht und wird **Yamswurzel** genannt (Fig. 210). Dieser „Yams-

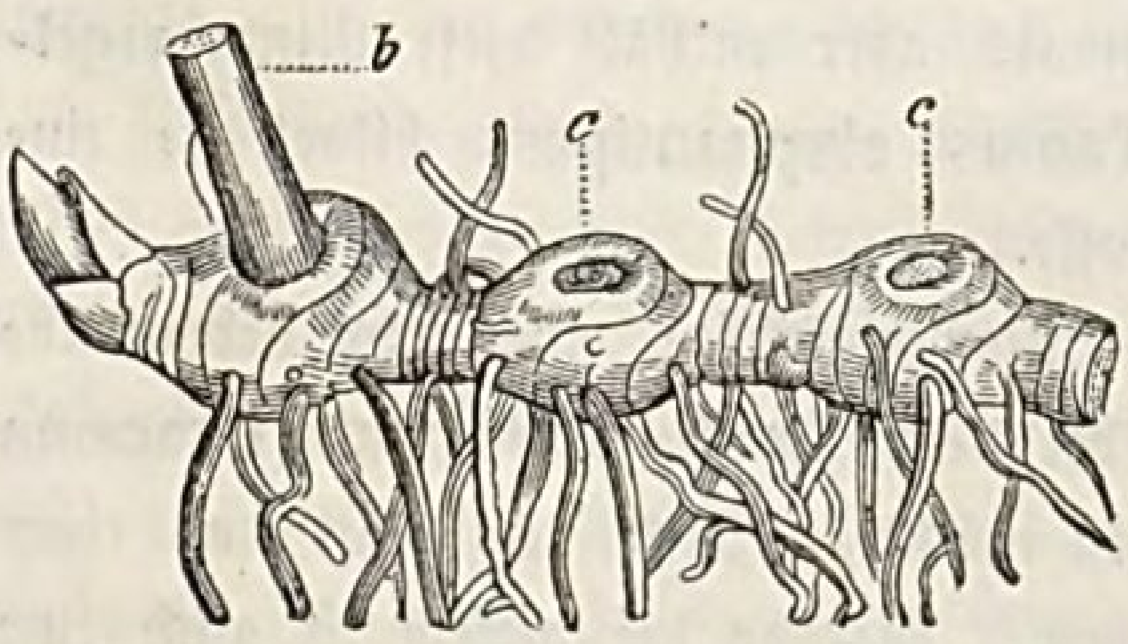


Fig. 209. Das Rhizom der Salomonsmaililie (Convallaria polygonatum). *

* *b* Der gegenwärtige Zweigstengel, abgeschnitten; *b'* der Gipfelsproß, an welchem sich schon die Knospe eines folgenden Zweigstengels zeigt; *c c* Narben der früheren Zweigstengel, „Salomonssiegel" genannt.

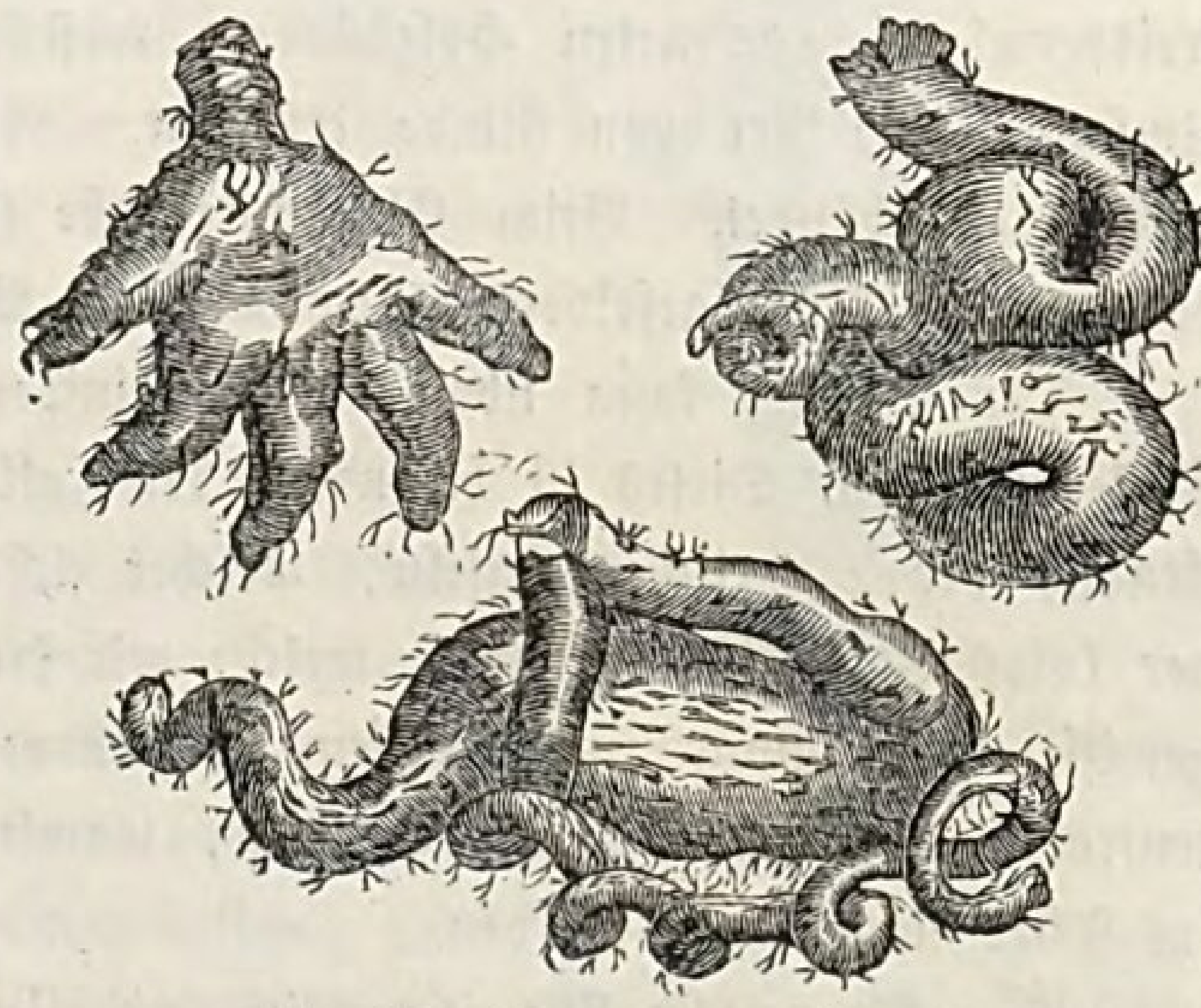


Fig. 210. „Yamswurzeln". *

* Verschiedene Formen des knolligen unterirdischen Stockes (Rhizomes) der Ignamen (Dioscorea sativa und alata).

wurzeln" wegen baut man in Ostindien und auf den Inseln der Südsee die Ignamen ebenso an, wie bei uns die Kartoffeln, denen sie durch die Ablagerungen großer Vorräthe von **Stärke** („Mandioccamehl") in dem fleischigen Zellgewebe gleichen.

Die Axenorgane zeigen sämmtlich die zerstreute Anordnung der Gefäß- und

* Mit den ächten Aloen darf man nicht verwechseln die in unsern Gärten nicht selten gezogenen Agaven (Agave), welche zu den Schwertliliengewächsen (Ensatae) gehören und irrthümlich auch oft Aloen genannt werden.

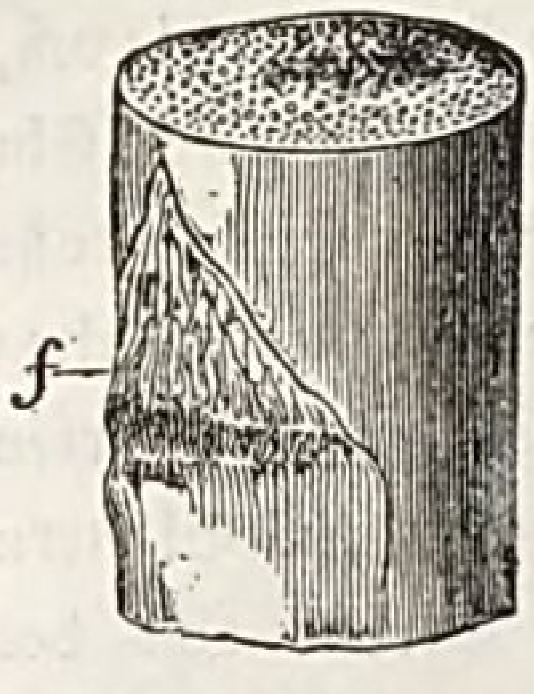


Fig. 211.
Ein Stück eines monocotyledonischen Stengels — vom gemeinen Spargel (Asparagus officinalis) — wo die Punkte auf dem Schnitte die Gefäß- und Prosenchymbündel andeuten; *f* ein schuppenförmiges Blatt.



Fig. 212. Die Wurzeln des gelben Affodill (Asphodelus luteus). *

* Man bemerkt die ersten, schon ziemlich ausgewachsenen Wurzeln, und rings um diese einen Kreis jüngerer, kleinerer.



Fig. 213. Die Blüthenrispe der prächtigen Palmlilie (Yucca gloriosa). *

* *a'* Die Axe des Blüthenschaftes; *a''* Seitenäste; *a'''* Nebenäste, welche unmittelbar eine Blume tragen und daher „Blüthenstielchen" genannt werden; — *b, b, b, b* Deckblätter verschiedener Ordnungen. Am Gipfel der Rispe tragen die Seitenäste *a''* unmittelbar Blumen und die Axe *a'* schließt ebenfalls mit einer solchen.

Prosenchymbündel, weßhalb auch bei den baumartigen Liliengewächsen, wie bei allen Monocotyledoneen nie ein festes geschlossenes Holz gebildet wird. Dennoch ist mitunter eine stärkere Zusammendrängung der Holzbündel in einem gewissen Abstande zwischen dem Centrum und der Peripherie auf einem Querschnitte bemerkbar, in Folge deren in der Mitte das Parenchym vorherrscht und an das Mark der mit kreisförmig angeordneten Holzbündeln versehenen Pflanzen erinnert, während am Umfange eine Art von Rinde erscheint. Niemals aber enthält diese Rinde regelmäßige Bastbündel. Beim Elephantenfuße (Tamus elephantipes) bildet sie eine dicke, durch Risse gefelderte, korkartige Masse.

Der Stamm kann übrigens bei einigen Liliengewächsen eine sehr bedeutende Dicke erreichen. Dieses ist besonders der Fall bei dem Drachenblutbaume (Dracæna draco) der canarischen Inseln, welcher sich in mächtige Aeste verzweigt und einer der kolossalsten Bäume wird, welche wir kennen. Gerade bei diesem ist auch eine gewisse Hinneigung zu kreisförmiger Anordnung der Gefäßbündel und zu einem centralen Markparenchyme vorhanden, womit es zusammenhangt, daß diese Bäume im Alter innen hohl werden.

Die Wurzeln sind sämmtlich bei allen Liliengewächsen Adventivwurzeln (Fig. 212), sowohl wenn sie aus einem Zwiebelkuchen entspringen, als auch wenn sie am Rhizom und wenn sie an einer stammförmigen Hauptaxe stehen.

Die Zweigstengel der mit Zwiebeln oder Rhizomen versehenen, ebenso aber auch die oberirdisch entspringenden Zweige der eine stammartige Hauptaxe ausbildenden Liliengewächse, sind, das Beispiel des Drachenblutbaumes ausgenommen, nicht dauernd, sondern fallen nach der Samenreife wieder ab. Die aus einem Rhizome entspringenden Zweigknospen werden Stockknospen (turio) genannt, so z. B. die eßbaren Spargel. Die Zweigaxe selber ist mitunter völlig einfach und selbst ganz blätterlos, wie bei der Tulpe, wo sie nur eine einzige Blume trägt; bald

entspringen viele Blüthenstielchen so nahe übereinander rings um die Axe, daß sie, wie bei den Laucharten, eine Dolde darstellen; bald besitzt die Axe viele kleine Seitenäste, deren jeder in eine Blume endigt, wie bei der Hyacinthe und bei den Maiglöckchen, bald sind auch diese Seitenäste noch wieder verästelt und blumentragend, wie bei der herrlichen Blüthenrispe der Palmlilie (Fig. 213). Unter den Aesten und Aestchen bemerkt man oft kleine Blattorgane, welche hier Brakteen oder Deckblätter heißen, meistens aber, wie bei der weißen Lilie, hinfällig sind, d. h. sich von selber ablösen. Bei dem sehr vielfach verästelten Zweigstengel des Spargelstockes finden sich überall solche Deckblättchen in Form kleiner Schuppen, welche den Blattscheidentheil eines Blattes vorstellen; eigentliche Blätter fehlen gänzlich. Manchmal kommt es bei dieser Pflanze vor, daß Zweige sich sehr platt und breit, blattförmig gestalten, eine Mißbildung, welche man Bandirung (fasciatio) nennt, und welche unter den Dicotyledoneen bei den Zweigen der Eschen mitunter, bei einer niedlichen Zierpflanze unserer Gärten, der Hahnenkammblume (Celosia cristata) dagegen, sowie bei der Blattstengelpflanze (Fig. 214), ganz regelmäßig vorkommt, wodurch dann die Täuschung entstehen könnte, als entspringen Seitenästchen und Blüthen aus dem Rande eines Blattes.



Fig. 214. Die Zweigbandirung, dargestellt an einem dicotyledonischen Gewächse der Blattstengelpflanze (Xylophylla longifolia).*

* r Bandirter Zweig; f Blüthenäste.

Die Form der Blätter ist außerordentlich mannigfach. Bald sind nur Blattstiele, als mehr oder weniger lange Schuppen oder Scheiden, der Axe angelegt oder diese umfassend, ausgebildet; in vielen andern Fällen geht die Blattstielscheide unmittelbar in das eigentliche Blatt über, oder sie ist an die Axe angewachsen, so daß nur das eigentliche Blatt bemerkbar wird. Bei vielen Liliengewächsen verschmälert sich die Blattstielscheide allmählig in einen mehr oder minder langen wirklichen Stiel, an dessen Ende eine lanzen- oder herzpfeilförmige Blattspreite sich ausbreitet. Bei vielen Lauchgattungen sind die Blätter pfriemförmig, ganz rund im Querschnitte, und in diesem Falle durch stärkere Vermehrung des peripherischen Parenchyms, mit welcher das centrale Parenchym nicht gleichen Schritt halten kann, mehr oder weniger hohl und selbst dick hohlbäuchig, wie bei der Gartenzwiebel oder Zipolle (Allium cepa). Die Aloen zeichnen sich durch fleischig saftreiche Blätter aus, welche mit dicker, lederartig fester Oberhaut bekleidet sind. Diese Oberhaut besitzt äußerst wenige Spaltöffnungen, nur etwa 100 auf der ganzen Unterseite eines solchen sehr großen Blattes, während die Oberseite deren ganz entbehrt. Bei anderen viel kleineren Blättern zählt man oft mehrere Tausende auf jeder Fläche, im Allgemeinen aber auf der unteren mehr, als auf der oberen. — Der Verlauf der Gefäßbündel ist bei vielen Liliengewächsen außerordentlich parallelstreifig oder bogenstreifig. Da das Gewebe der Gefäßbündel weit fester ist, als das des Parenchyms, so kann man durch Einweichung in Wasser, wobei das Parenchym in Fäulniß übergeht,

die Gefäßbündel, besonders den Basttheil derselben, ganz vom Parenchym befreien. Eine Liliacee Neuseelands, der sogenannte neuseeländische Flachs (Fig 214, a), besitzt in den langen Blättern Bastfasern von außerordentlicher Zähigkeit und Feinheit, und diese Pflanze, aus welcher die Eingeborenen auf eine sehr unvollkommene Weise diese schönen, gelblich seidenglänzenden Fasern gewinnen, ist mit Glück nach Europa verpflanzt worden, wo sie gegenwärtig in Frankreich schon in großer Ausdehnung angebaut wird. Der aus ihr zubereitete Faserstoff wird als das ausgezeichnetste Material zur Seilerei betrachtet. Irrthümlich nennt man es oft Manillahanf.



Fig. 214, a. Der neuseeländische Flachs (Phormium tenax).

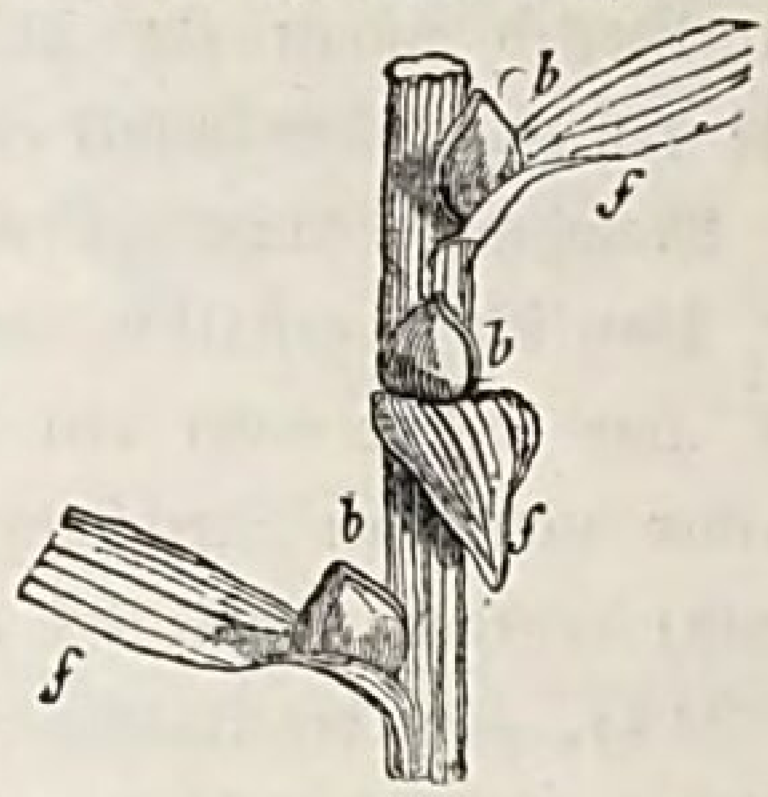


Fig. 215. Ein Stück des Zweigstengels der Feuerlilie (Lilium bulbiferum).

* *ff* Blätter; *b b* Knospenzwiebeln.

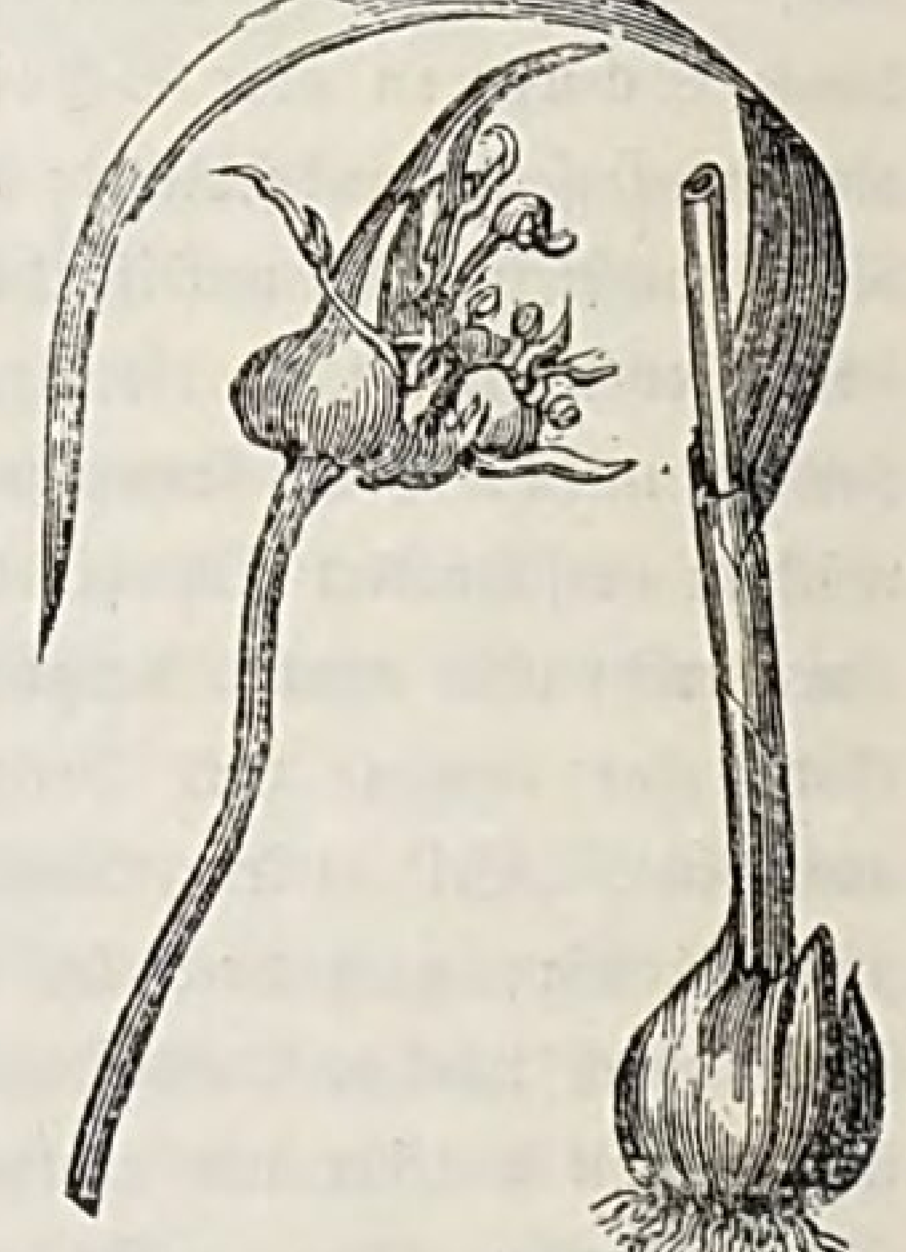


Fig. 215, a. Die Knoblauchpflanze (Allium sativum); Zwiebel, Schaft und Blatt, Blüthenscheide und Blüthen, welche aus derselben hervorbrechen.

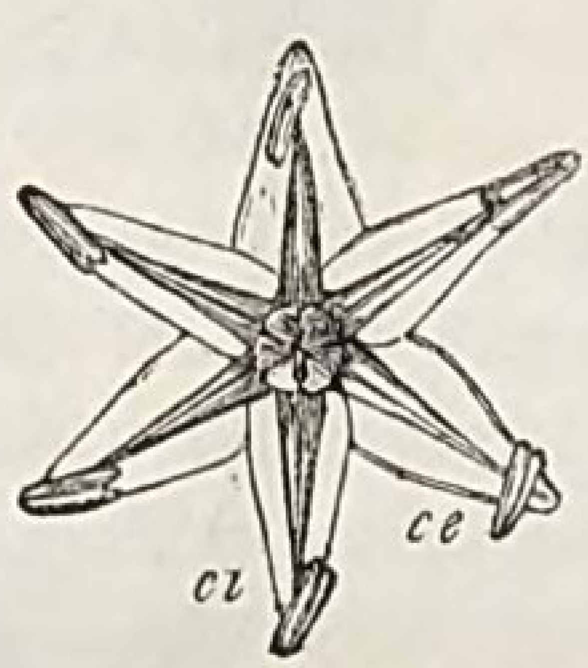


Fig. 216. Blüthe der Herbstsquilla (Scilla autumnalis) von oben hinein gesehen. *

* *ce* Drei Kelchblätter, welchen die drei Staubfäden des ersten Kreises entsprechen; *ci* drei Kronenblätter, welche den drei Staubfäden des zweiten Kreises entsprechen.



Fig. 217. Querschnitt der Blüthe der Herbstsquilla, in der Knospenlage deutlich die Dreizähligkeit aller Organe beweisend. In jedem der drei Fächer des durchschnittenen Fruchtknotens steht man zwei Samenknöspchen.

In den Achseln der oberen, am Zweigstengel stehenden Blätter, entspringen bei der Feuerlilie und mitunter auch bei einigen andern Liliengewächsen Achselknospen mit sehr fleischigen Knospendecken, welche ganz die Form von Zwiebeln besitzen (Fig. 215), und in der That nichts anderes sind, als oberirdische Brutzwiebeln. Sie beweisen die völlige Gleichartigkeit zwischen Zwiebeln und Zweigknospen. Man nennt dieselben Knospenzwiebeln oder Bulbillen. Sie fallen von ihrem Befestigungspunkte ab und dienen so, auf den Boden gelangend, zur Fortpflanzung dieser Gewächse. Kommen auch bei den Dicotyledoneen keine eigent=

lichen Zwiebeln vor, indem an solchen Axen, deren unteres Ende zwiebelähnlich erscheint, doch stets wirkliche Blätter entwickelt sind, so findet sich doch auch bei solchen ein ausgezeichnetes Beispiel von Bulbillen in den Achseln von Stengelbättern bei der zu den Cruciferen oder Kreuzblüthlern gehörigen Zahnwurz (Dentaria bulbifera).

Bei den Lauchzwiebelgewächsen, welche die Sippschaft der Alliaceen bilden, steht an der auf vielen kurzen deckblattlosen Aesten die Blumen tragenden Blüthenaxe allemal ein außerordentlich entwickeltes, kahnförmig zusammengebogenes Blatt, welches vor dem Aufblühen alle Blumenknospen scheidenartig umhüllt (Fig. 215, a). Man nennt dieses gemeinsame Deckblatt die Blüthenscheide (spatha).

Alle Organe der Blume sind bei den Liliengewächsen stets nach der Dreizahl geordnet (Fig. 216—218) — ein Verhältniß, welches übrigens bei allen Monocotyledoneen fast als ausnahmslose und nur durch Verkümmerung einzelner Theile in manchen Fällen regelmäßig gestörte Regel erscheint, während bei den Dicotyledoneen fast eben so allgemein die Fünfzahl vorherrscht. Es besteht eine jede lilienartige Blume (Fig. 219) aus drei Kelchblättern, drei Kronenblättern, zweimal drei Staubfäden und dreien Karpellblättern. Nur die Einbeere (Paris quadrifolia) und das Schattenblümchen (Majanthemum) machen eine Ausnahme, indem bei ihnen alle Organe durch Verkümmerung von je zwei Gliedern jedes Kreises die Vierzahl (4 $\times$ 3 weniger 4 $\times$ 2) oder gar die Zweizahl (2 $\times$ 3 weniger 2 $\times$ 2) zeigen. Bei allen sind die Kelchblätter in der Farbe den Kronenblättern ziemlich gleich; bis zur völligen Entwicklung des Blüthenstieles grün und die Kohlensäure zersetzend, dann aber gelb, roth, blau oder weiß und Kohlensäure bildend. Die Milchsterne behalten immer die grüne Färbung auf der äußeren Fläche der Kelchblätter theilweise bei. Durch die eng zusammengedrängte Lage, in welcher sie sich entwickeln, verwachsen die Blumenblätter bei sehr vielen Arten mehr oder weniger. So bilden sie bei der Hyacinthe eine kurze glockige Röhre, mit tief sechsspaltigem Saume; bei den kleinen Blüthen der Muskatblümchen (Muscari) stehen am Saume eines bauchig krugförmigen Glöckchens nur sechs geringe Spitzchen, als Andeutungen der sechs verwachsenen Perigonblättchen, frei hervor. Auch die Maiglöckchen zeigen eine ähnliche Verwachsung. Bei den Hyacinthen und einigen anderen sind auch die Staubfäden mit dem unteren Theile ihrer Filamente an die innere Seite der Perigonblätter angewachsen.



Fig. 218. Querschnitt (Diagramm) der Blüthenknospe des pyrenäischen Milchsternes (Ornithogalum pyrenaicum), welcher ebenfalls deutlich die Dreizähligkeit aller Organe erkennen läßt.

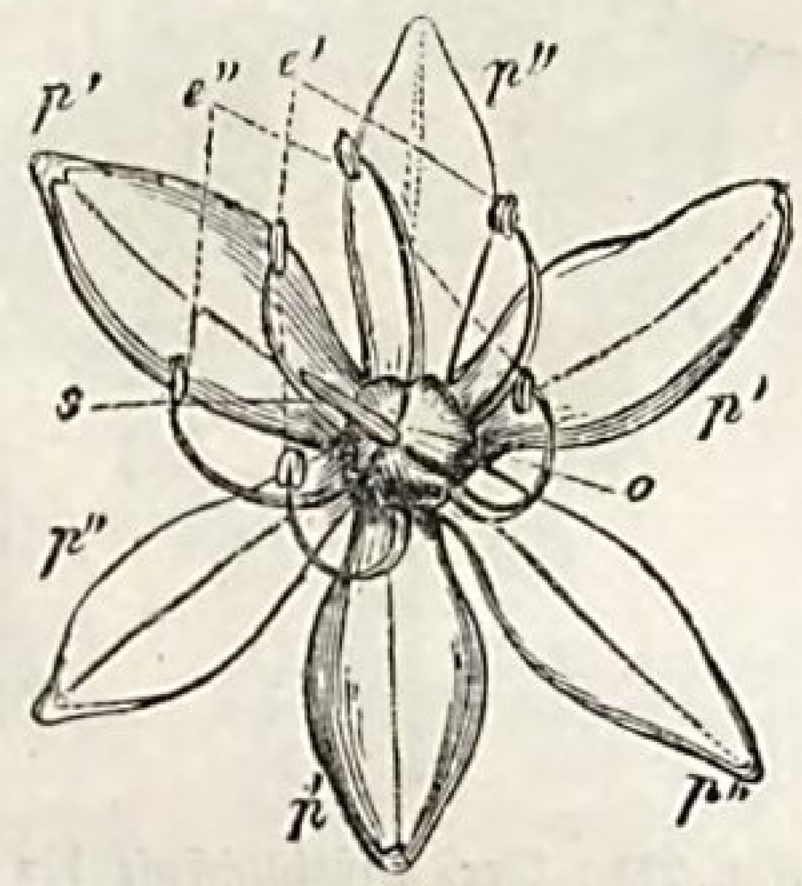


Fig. 219. Die Blume der italienischen Squilla (Scilla Italica).*

* p' Die drei Kelchblätter; p'' die drei Kronenblätter des Perigons; e' die drei ersten Staubfäden, den Kelchblättern entsprechend; e'' die drei Staubfäden des zweiten Kreises, in der Stellung den Kronenblättern entsprechend; o Fruchtknoten; s Griffel.

Die Staubfäden beweisen bei den Lauchzwiebelgewächsen ihre Blattnatur durch eine blattartige Form der Filamente; der Saum des dem Blattstiele (Phyllodium) entsprechenden Filamentblättchens ragt dabei mit zwei Spitzen („Nebenblättchen") neben den Antheren hervor. — Daß die Blumentheile mit den Schuppen

einer Zwiebel verglichen werden dürfen, solches beweisen ebenfalls manche Lauchgattungen, indem sie anstatt der Blumenknospen auf den Blüthenstielen vollkommene Zwiebelchen (Fig. 220) erzeugen, welche auf den Boden gelangt, einer selbstständigen Weiterentwicklung fähig sind, wie die Bulbillen.

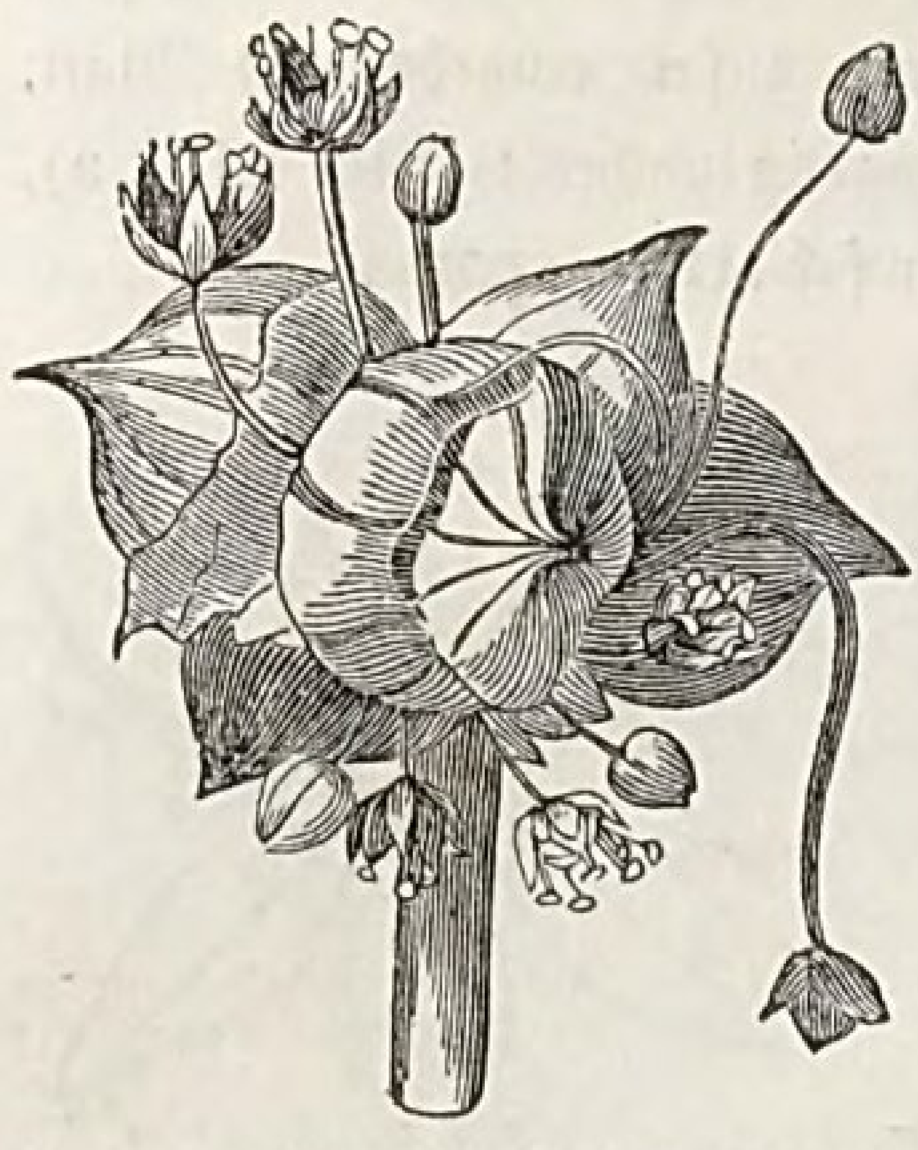


Fig. 220. Der Blüthenschaft der Baumzwiebel (Allium proliferum) mit Blüthenstielen, welche theils Blumen, theils anstatt dieser kleinere und größere Zwiebel tragen.

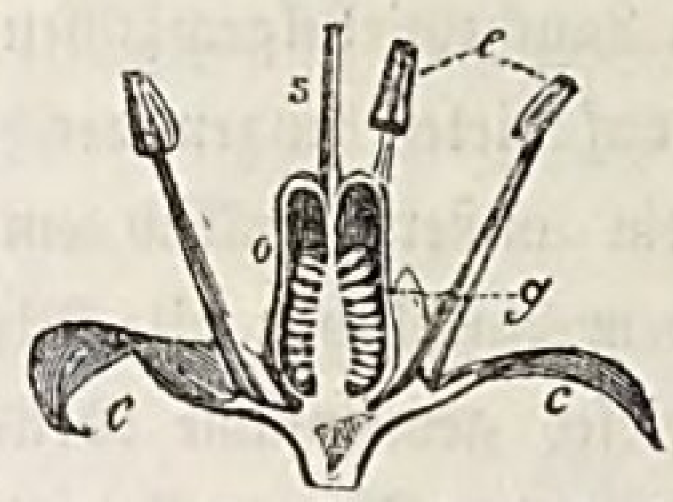


Fig. 221. Die Blüthe der Herbstsquilla senkrecht durchschnitten. *

* *cc* Perigonblätter; *e* Staubfäden; *s* Griffel; *o* Fruchtknoten; *g* Samenknospen.

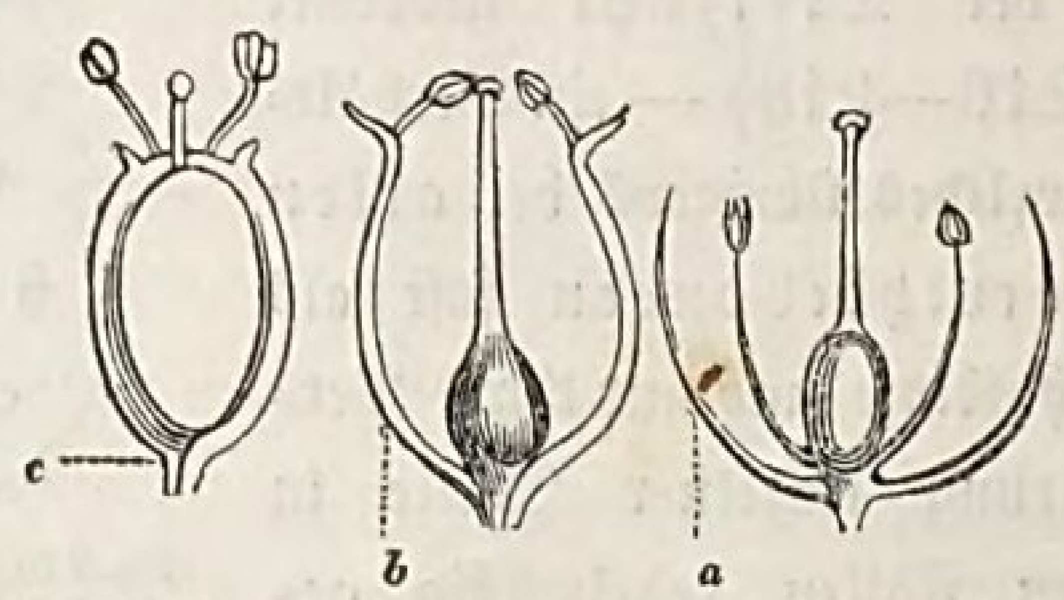


Fig. 222. Ideale senkrechte Blüthendurchschnitte. *

* *a* Hypogynische Blume, die Blume ist unterständig, der Fruchtknoten oberständig; *b* perigynische Blume; die Staubfäden sind mit den Blumenblättern theilweise verwachsen und scheinen auf diesen zu stehen; die Blumenblätter sind theilweise an den Fruchtknoten angewachsen; *c* epigynische Blume; der Fruchtknoten ist von den Blumenblättern ganz umhüllt.

Honigsaft aussondernde Nektarien an den Blumenblättern oder am Connektiv der Antheren zeichnen viele Liliengewächse aus. Die meisten derselben hauchen die süßesten Wohlgerüche aus, wofür die Hyacinthen und Tuberosen (Polyanthes tuberosa) bekannt sind. Diese Düfte entwickeln sich im Allgemeinen am stärksten am Abend bei eintretender Nacht; ihnen sind wohl großentheils die nervenerregenden, mitunter selbst tödtlich betäubenden Folgen zuzuschreiben, welche Blumen in geschlossenen Zimmern Schlafenden zu bereiten pflegen, und welche man irrthümlich der, viel zu geringen, Menge von Kohlensäure, welche bei Nachtzeit von den Pflanzen, von den Blumen aber auch bei Tage, ausgeht, zuzuschreiben pflegt.

Der Stempel (Fig. 221) zeigt immer äußerlich einen unteren grünen Fruchtknotentheil und einen oberen gelben oder röthlichen, viel dünneren Griffeltheil. Bei der Tulpe ist der Griffel äußerst kurz, so daß die Narbe nur als ein dreistrahliger Saum auf dem Fruchtknoten selber erscheint (Fig. 208, 5). Der Griffel trägt oft durch eine Dreitheilung seines Gipfels deutlich seine Zusammensetzung aus den Spitzen dreier Karpelle zur Schau (Fig. 208, 3). Bei der Sippschaft der Parideen (Paris und Majanthemum) ist er viertheilig. In der Mitte des Fruchtknotens steht als Mittelsäulchen die Fortsetzung der Blumenaxe, an deren Gipfel die Karpelle mit dem Punkte angewachsen sind, an welchem der Griffeltheil derselben beginnt. Am Mittelsäulchen oder Samenträger stehen reihenweise die Samenknöspchen.

Bei einigen Liliengewächsen sind die Blumenblätter, an welche in diesem Falle die Staubfäden theilweise angewachsen sind, mehr oder weniger auch mit dem Fruchtknoten verwachsen und scheinen auf diese Weise nicht unter demselben, sondern rings um denselben oder wohl gar über demselben zu stehen (Dioskoreen), letzteres in

dem Falle, wo die Blumenblätter der ganzen Fläche des Fruchtknotens angewachsen sind bis zum Gipfel. Man unterscheidet nach obigen Verhältnissen unterständige, umständige und oberständige oder hypogynische, perigynische und epigynische Blumen, und es findet sich diese Verschiedenheit in manchen botanischen Handbüchern bei der Eintheilung der Pflanzen benutzt, weßhalb man dieselbe kennen muß (Fig. 222).

Die Entwicklung der Samen und des Keimlings in denselben stimmt bei allen Liliengewächsen überein. Die äußere Samendecke nimmt bei manchen eine harte Beschaffenheit an, während sie bei andern schwammig bleibt, das Endosperm ist bei den einen fleischig, bei andern hornartig verhärtet. Stets liegt ein länglich eiförmiger oder cylindrischer Keimling im Endosperm eingebettet (Fig. 223), welcher fast ganz aus dem Cotyledon besteht, indem nur an dem äußersten, der Mikropyle zugewandten Ende ein kleiner Axentheil sich befindet, dessen Grenze dort die durch ein Pünktchen angedeutete Spalte der Cotyledonarscheide bezeichnet. — Uebrigens gibt es eine Menge von Zwiebelgewächsen, deren Samen sehr häufig nicht befruchtet werden und deren Fruchtknoten dann kurz nach der Blüthe abstirbt. Es scheint, daß die Vermehrung durch Zwiebeln diesen Pflanzen hiefür Ersatz gewähre. Wirklich kommt bei einer Abart der Gartenzwiebel (Allium cepa varietas vivipara), welche man die „lebendig gebärende" benannt hat, sogar eine eigenthümliche Ausbildung der Samenknöspchen vor, welche eine solche Wechselbeziehung noch näher legt und uns zugleich beweist, daß die Samenknöspchen, wie rudimentär auch immer, doch wirkliche Knospen seien. Es nehmen nämlich bei dieser Pflanze die Samenknöspchen innerhalb des Fruchtknotens die Form von Zwiebeln (Bulbillen) an, welche die Karpelle auseinander drängen, und der Knospengrund wird zu einer langen fadenartigen Nabelschnur, an welcher die Zwiebelchen herabhangen, und welche endlich, sich ablösend, dieselben zum Boden fallen läßt. In der That scheinen die Zwiebeln auch in hohem Grade geeignet zu sein, den Samen zu ersetzen; denn sie theilen mit diesem die Fähigkeit, Jahre lang auszudauern und ihre Keimungsfähigkeit zu bewahren, so daß durch sie die Erhaltung einer Pflanzenart kaum minder gesichert erscheint, als durch den dauerhaftesten Samen. In den Mumiengräbern Aegyptens findet man Zwiebeln in den Händen der Leichen, welche vor Jahrtausenden einbalsamirt und mit diesen Gaben nach dem Volksgebrauche versehen worden sind. Man hat solche Zwiebeln, nachdem sie eingepflanzt waren, in unserem Jahrhunderte zu völliger Entwicklung gelangen und dauernd fortvegetiren gesehen.

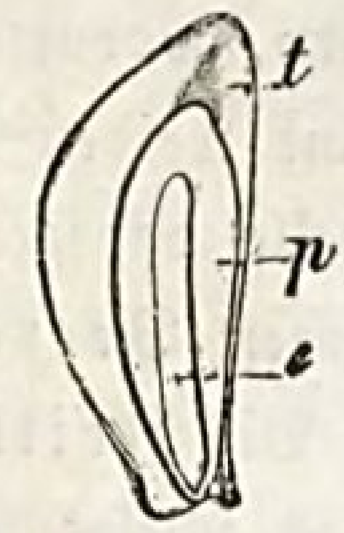


Fig. 223. Ein Samenkorn der Herbstsquilla, der Länge und Breite nach durchschnitten, vergrößert.*

* t Samendecke; p Endosperm; e Embryo, an welchem unten die Keimungsspalte angedeutet ist.

Die Erzeugung von Bulbillen zeigt sich noch in einer ganz besonderen Weise bei einer Gattung der Milchsterne. Bei dem straußblüthigen Milchsterne nämlich bekommen selbst die Blätter mitunter warzenartige Auswüchse von Zellgewebe, um welche sich sodann ein ringförmiger Wulst erhebt, welcher das Wärzchen umhüllt. Es folgen noch mehrere Auswüchse und das Ganze stellt sich sodann als eine ächte Zwiebel heraus (Fig. 224). Es ist dieses ein



Fig. 224. Die Bildung von Bulbillen auf dem Blatte des straußblüthigen Milchsternes (Ornithogalum thyrsoideum).*

* f Ein Blattstück; b Bulbillen in sehr verschiedenem Grade der Ausbildung.

Beispiel, welches an die Brutknospen der Moose erinnern muß, und welches zugleich beweist, daß auch Blattorgane unter besondern Verhältnissen Knospen tragen können.

Die Zahl der Samenknöspchen in einem jeden Fache des Fruchtknotens ist übrigens keineswegs bei allen Liliengewächsen so groß, wie bei den eigentlichen Lilien, auch stehen sie nicht immer zweizeilig in jedem Fache. Bei den Smilaceen bildet sich oft nur eine einzige Samenknospe aus, und bei den Dioskoreen ist die Zahl meistens auf 1 oder 2 beschränkt.

Bei der Samenreife sind die Karpelle meistens zu spröden, lederig hornigen Kapselfächern geworden, welche entweder fachspaltig aufreißen, oder aber, wie bei den Zeitlosen, scheidewandspaltig in den Scheidewänden sich von einander sondern, wodurch dann besonders deutlich die drei Karpelle als verwachsene Blätter erkannt werden können. Bei den Smilaceen und Dioskoreen nehmen die Karpelle dagegen eine fleischig saftige Beschaffenheit an, so daß die Früchte dieser Pflanzen Beeren sind, von rother oder schwarzblauer Farbe.

Die Zeitlose (Colchicum autumnale) hat ihren Namen daher bekommen, daß es scheint, als ob dieses Gewächs an keine Zeitperioden in seiner Entwicklung gebunden sei, indem die Frucht im Frühlinge erscheint, die Blüthe dagegen im Herbste. Die Sache hängt aber so zusammen, daß die blühende Zweigstengelaxe in dem Jahre der Blüthe gar keine Blätter entwickelt, vielmehr nur die Anlagen zu solchen erzeugt und sich durchaus nicht in die Länge streckt, so daß die Blumenknospe aus der Zwiebel selber unmittelbar hervorbricht. Die Blumentheile sind sämmtlich, mit Ausnahme des Fruchtknotens, sehr lang gestreckt. Die sechs Perigonblätter bilden an ihrem unteren Theile vereinigt eine fast einen halben Fuß lange Röhre bis zur Oberfläche der Erde, und nur der obere freie, daher deutlich zweimal dreiblätterige, Theil derselben ragt aus dieser hervor. Diese Erscheinung der Blüthe fällt in den Herbst. Nach der Befruchtung entwickelt sich der Samen in dem noch in der Zwiebel verborgenen Fruchtknoten. Im folgenden Frühlinge aber bilden sich die Blattanlagen unterhalb desselben an der Axe des Zweigstengels aus, und nun verlängert sich dieser und trägt einen Blätterbüschel aus dem Boden hervor, in dessen Mitte die Frucht erscheint, welche dann an der Sonne reift. Immerhin bedarf dieselbe von der Blüthezeit bis zur Reife acht bis neun Monate.

Einige Liliengewächse machen eine Ausnahme von der allgemeinen Regel, daß jede einzelne Pflanze derselben nur ein geringes Alter erreiche. Besonders gehört der Drachenblutbaum zu denjenigen Bäumen, welche das ehrwürdigste Alter zu erdauern vermögen. Ein Exemplar eines solchen bei Orotava, auf der Insel Teneriffa, besitzt so ungeheure Dimensionen, daß man denselben auf etwa 6000 Jahre schätzt, was natürlich nur nach ungefährer Annahme geschehen kann, da man bei den Monocotyledoneen kein sicheres Mittel der Altersbestimmung besitzt, wie die Coniferen und Dicotyledoneen es in den Jahresringen darbieten. Jener Drachenblutbaum besitzt eine Höhe von 60 Fuß, einen Umfang des Stammes von 45 Fuß, und in der Höhlung des letzteren befindet sich eine kleine Kapelle. Schon im fünfzehnten Jahrhunderte besaß er dieselbe Größe, und schon die heidnischen Ureinwohner der Insel verehrten ihn als ein Heiligthum der ältesten Zeit.

Außer ihrem Reichthume an Stärkemehl, welcher manche Zwiebeln und die Rhizome der Ignamen zu Nahrungsmitteln macht, bieten manche Liliengewächse dem

Menschen noch andere wichtige Substanzen dar. Von diesen verdienen in erster Linie Erwähnung die Lauchgattungen, welche sämmtlich mehr oder minder geeignet sind, als Gewürze zu dienen. Sehr stark riechende ätherische Oele durchdringen alle Theile dieser Pflanzen. Diese Oele, von welchen das Knoblauchöl vorzugsweise bekannt ist, reizen die Augen und die Geschmacks- und Geruchsnerven sehr heftig und ziehen Blasen auf der Haut. Sie besitzen eine Zusammensetzung, welche mit derjenigen des Senföles, des Meerrettigöles, des Meerfenchel- und Löffelkrautöles und anderer ähnlich scharf beizend duftender Oele fast ganz übereinstimmt, und welche besonders, wie diese, Schwefel enthält. Gerade dieser Oele wegen werden die Zipollen, Schalotten, Schnittlauch, Porrelauch, Knoblauch u. s. w. gegessen, sowie auch die Pflanzen, von welchen jene anderen ähnlichen Oele benannt sind. Merkwürdiger Weise ist kein Volk der Erde, welches nicht irgend eine solche Pflanze mit schwefelhaltigem ätherischen Oele als allgemeines Gewürz und als Lieblingsspeise benutzte, und da der menschliche Körper des Schwefels in einem gewissen Grade bedarf, so scheint dieses Naturbedürfniß unbewußt den Menschen zur Auffindung solcher Pflanzen angeleitet zu haben. — Die schleimigen Substanzen der Liliengewächse sind noch sehr wenig genau bekannt. In den Aloepflanzen sind bittere, sogenannte Extraktivstoffe enthalten, über deren Natur man nichts Näheres weiß — man versteht eben unter Extraktivstoffen ein Gemenge von Stoffen, welche sich durch Wasser aus den Pflanzen ausziehen lassen, und welche meistens eine mehr oder weniger braune Farbe annehmen. Die eingedickten, äußerst bittern Säfte der Aloen werden als Arzneimittel sehr geschätzt. — Viele Liliengewächse enthalten giftige Säfte, durch welche sie jedoch ebenfalls wichtige Arzneimittel sind, theils sogenannte scharfe Gifte, wie die Kaiserkronenlilie und andere, theils narkotische, d. h. die Nerven betäubende und lähmende Gifte, sogenannte Narcotica, welche zu den Pflanzenalkaloiden gehören. Vorzüglich ist die Familie der Colchicaceen durch solche Gifte ausgezeichnet, der Germer (Veratrum) enthält das sogenannte Veratrin, und das Gift der Zeitlose, das Colchicin, ist diesem sehr ähnlich. Unter den Pflanzensäuren dieser Ordnung zeichnet sich die Spargelsäure dadurch aus, daß dieselbe eine quaternäre Mischung besitzt, indem sie neben Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch eine beträchtliche Menge von Stickstoff enthält.

Ueber die Farbstoffe, welchen wir die Pracht der in unsern Gärten und Treibhäusern cultivirten, sowie der in Feld und Wald wild wachsenden Liliengewächse verdanken, läßt sich leider nach unseren jetzigen Kenntnissen noch wenig mehr sagen, als daß wir dieselben nicht genauer kennen. Der Drachenblutbaum bietet einen ausgezeichneten rothen Farbstoff dar, das sogenannte Drachenblut, welches jedoch nicht von den Blüthen dieses Baumes herrührt, sondern der eingetrocknete Harzsaft seines Stammes ist.

Die Ordnung der Liliaceen ist über alle Gegenden der Erde vom Aequator bis in die kalte Zone hinein verbreitet. Die baumartigen Gattungen finden sich nur in der heißen Zone. Undeutliche Spuren hieher gehöriger Gewächse finden sich in verschiedenen tertiären und selbst in jüngeren sekundären Schichten des Erdbodens. Viele Pflanzenarten dieser Ordnung sind durch den Menschen weit über ihr ursprüngliches, bei einigen gar nicht mehr bekanntes, Vaterland hinaus verbreitet worden. So baut man die Ignamen jetzt überall in der heißen Zone, die Lilien, Hyacinthen

und Tulpen des Orientes in allen unseren Gärten. Letztere Geschlechter liefern merkwürdige Beweise des Einflusses, welchen die Behandlung des Menschen auf die Pflanzen ausüben kann. Der Tulpen gibt es Hunderte verschiedener Spielarten, welche alle von einer einzigen, aus dem Oriente herstammenden Art (Tulipa Gessneriana) durch Cultur erzeugt worden sind. Und diese Art wurde erst im sechzehnten Jahrhundert in Europa bekannt, und von Conrad Geßner in Zürich, nach welchem man sie benannt hat, zuerst wissenschaftlich beschrieben. Die Zahl der Spielarten von der Gartenhyacinthe (Hyacinthus orientalis) geht gleichfalls ins Unendliche.

Zweite Ordnung.

Die Palmen. Palmae.

Baumartige Monocotyledoneen lernten wir schon unter den Liliaceen kennen; die Ordnung der Palmen enthält fast nur baumartige Mitglieder. Die Palmen (Fig. 225) unterscheiden sich von allen andern Samenpflanzen dadurch, daß bei ihnen, während die Gipfelknospe immer fortsproßt und die Hauptaxe daher kolossal verlängert, die Entwicklung von Zweigaxen, welche in den Achseln der Blätter entspringen, ganz untergeordnet bleibt und nur der vorübergehenden Blüthen- und Samenentwicklung dient. Mit dieser geringen Ausbildung der Zweigorgane geht aber hier Hand in Hand eine außerordentlich mächtige Entfaltung der Blattorgane, welche uns an die Wedel der Farren und Cykadeen erinnern müssen, wenn gleich sie hier wirkliche Blätter sind.

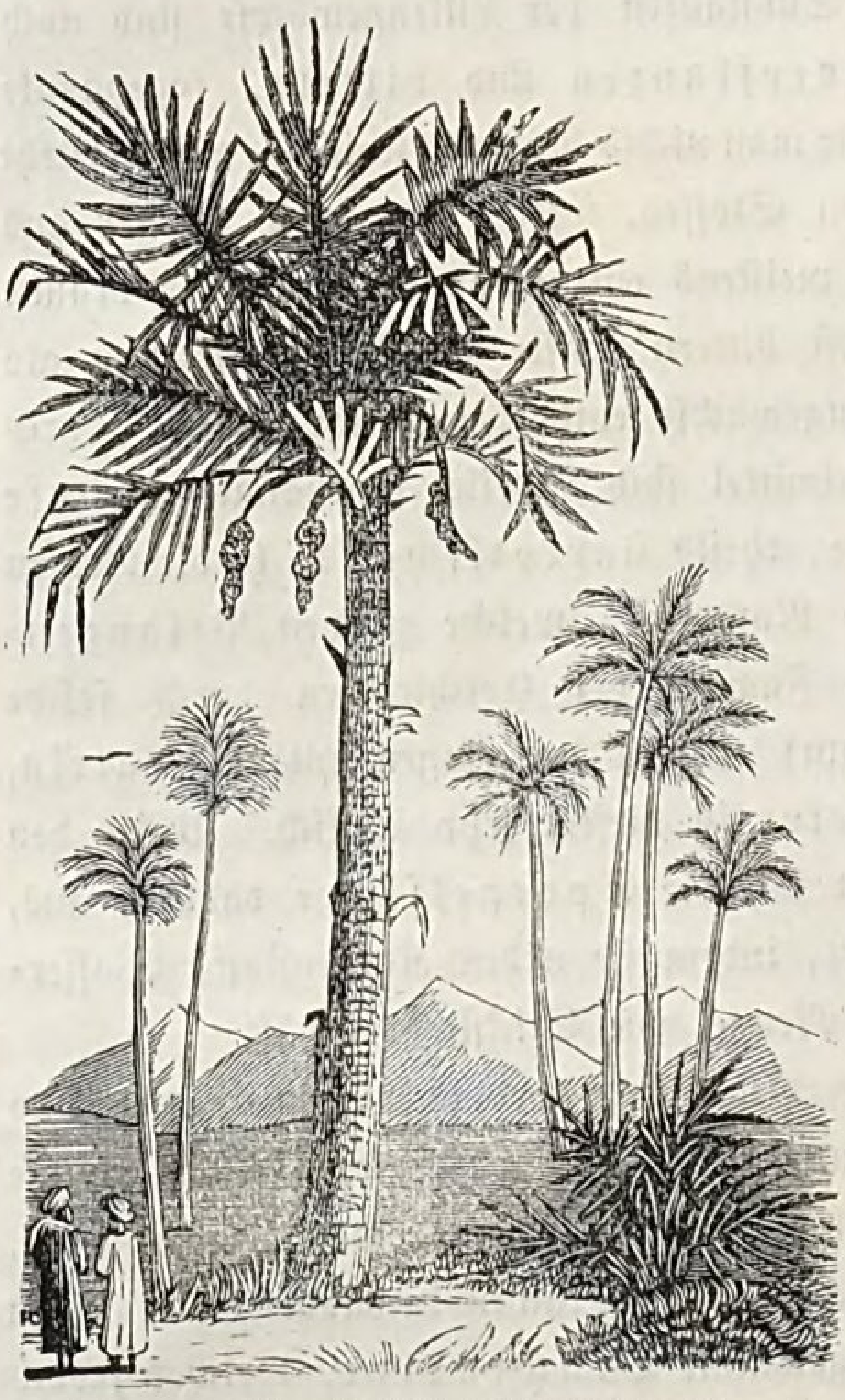


Fig. 225. Die ostindische Fächerpalme (Corypha umbraculifera).

Der Stamm zeigt bei den Palmen die ausgezeichnetste Entwicklung, deren dieses Organ in der Klasse der monocotyledonischen Pflanzen fähig zu sein scheint. Derselbe hat anfänglich große Aehnlichkeit mit einem Zwiebelkuchen, und die Art und Weise, wie an ihm dicht gedrängt die Blätter entspringen und über seinem entwicklungsfähigen Gipfel knospenartig zusammenschließen, läßt überhaupt einen jungen Palmstock einer Zwiebel sehr vergleichbar erscheinen. In der That gibt es einige Palmengewächse, welche ächte Zwiebelbildung besitzen; bei den allermeisten hingegen ist die Ausbildung der Axe bald so hervortretend, daß jeder weitere Vergleich wegfällt. Durch das Parenchym des Stammes laufen, gleich den ersten Blattorganen entsprechend, einzelne Gefäß- und Prosenchymbündel, welchen sich bald eine immer steigende Zahl von neuen derartigen Bündeln zugesellt, ohne daß eine

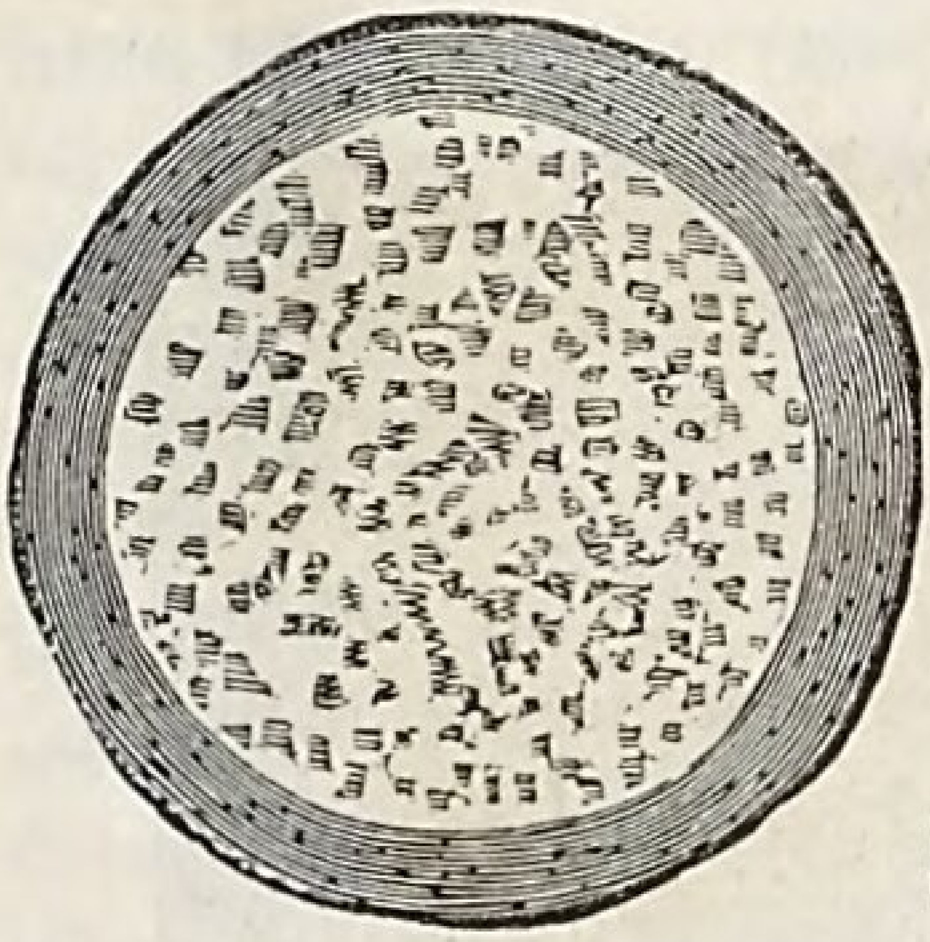


Fig. 226. Durchschnitt durch einen jungen Palmenstock; man bemerkt außen rindenartige Zellschichten; im Innern bezeichnen die dunkleren Stellen die Querschnitte der Prosenchymbündel.

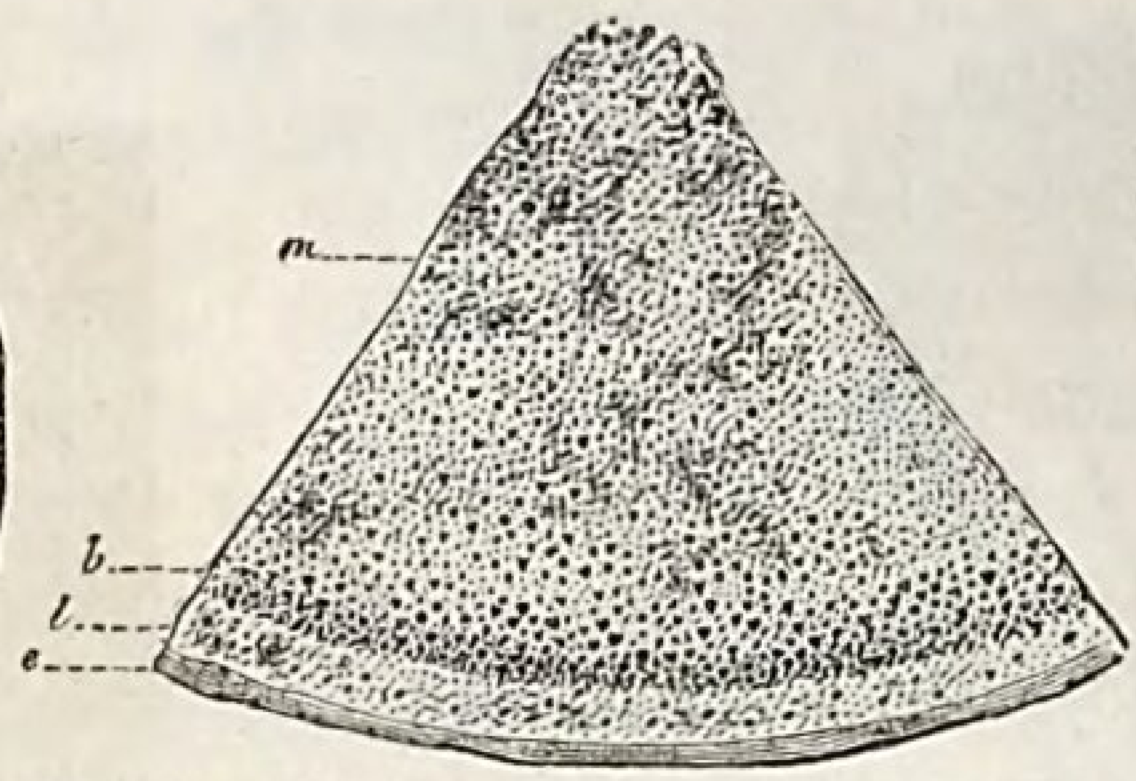


Fig. 228. Ein Ausschnitt von dem Horizontaldurchschnitte des Stammes einer Murumurupalme (Astrocaryum murumuru). *

* *m* Mittlerer, vorherrschend parenchymatischer, markartiger Theil, von wenigen zerstreuten Holzbündeln; *b* die holzigste Zone des Umfanges; *l* die rindenartige Parenchymmasse, mit vereinzelteren, irrig für Bastbündel ausgesprochenen, Holzbündeln; *e* die äußerste, rindenartige Decke.

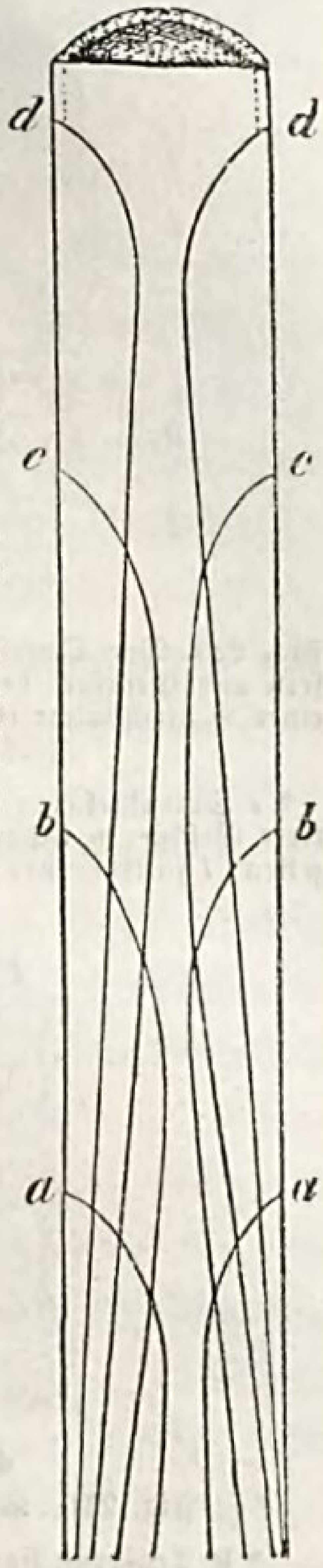


Fig. 227. Verlauf der Holzbündel im monocotyledonischen Stamme.

regelmäßige Kreisstellung derselben irgend wahrnehmbar wäre (Fig. 226). Eine rindenartige Decke erscheint äußerlich zwar auf einem Querschnitte, doch besteht diese theils aus Oberhautschichten, theils aus Geweben, welche den Blattorganen angehören. Während an dem stets mit einer einzigen Knospe fortsprossenden Gipfel des Stockes neue Blätterkreise innerhalb der älteren Blätterkreise entspringen, mehrt sich die Zahl der hier völlig verholzenden Bündel. Die neueren entspringen außerhalb der älteren, da aber allemal die neuesten mit den Blättern des jüngsten und engsten Kreises am Gipfel in Zusammenhang stehen, so laufen sie gegen den Gipfel, den Weg der älteren Bündel, welche schon weiter nach Außen gedrängten Blätterkreisen entsprechen, kreuzend, in schlanker Bogenlinie zusammen (Fig. 227), bis sie allmählig ebenfalls nach Außen gedrängt werden. Kann man nun freilich von einem Markparenchyme, einem Holzkörper und einem Rindenparenchyme als verschiedenen Regionen des Stammes nicht reden, so ist doch gleichwohl sehr häufig eine so starke Zunahme der Holzbündel gegen den Umfang bemerkbar (Fig. 228), daß man im Innern des Stammes mehr und mehr das Parenchym vorherrschen sieht, gegenüber den wenig zahlreichen Holzbündeln, welche diesen Theil durchziehen, während dagegen nach dem Umfange zu die Holzbündel so gedrängt stehen, daß sie mitunter, das Parenchym beinahe verdrängend, fast eine geschlossene Holzzone darstellen, während im alleräußersten Theile wieder das Parenchym vorwaltet und nur von wenigen Holzbündeln durchzogen, an die Rinde der Coniferen und der dicotyledonischen Bäume erinnern möchte. Allein es würde sehr irrig sein, wenn man diesen Vergleich wirklich zulassen wollte, indem derselbe bei genauerem Eingehen in denselben sich durchaus nicht halten läßt. — Die Holzbündel haben in ihren verschiedenartigen Bestandtheilen eine gewisse Uebereinstimmung mit den erstjährigen Holz- und Bastbündeln der vorhin genannten Bäume. Sowie wir nämlich bei den Coniferen Bündel von Prosenchymzellen fanden, mit welchen nach Innen ausgebildete Gefäßröhren, nach Außen dagegen, durch ein Cambium von ihnen geschieden, Bastbündel verbunden waren, so finden wir hier (Fig. 229) in dem nach dem Innern des Stammes gewandten Theile

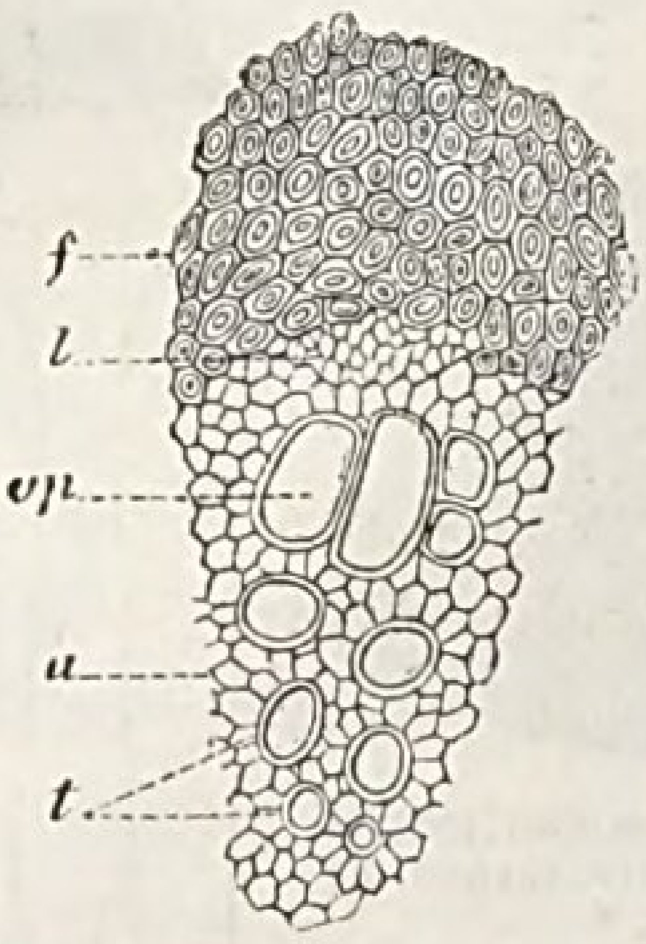


Fig. 229. Der Querschnitt eines aus Fasern und Gefäßen bestehenden Holzbündels einer Schirmpalme (Corypha frigida), vergrößert. *

* *t* Spiralgefäße; *vp* gestreifte und punktirte Gefäße; *u* langgestreckte Parenchymzellen; *l* saftführende Gefäße; *f* Holzfasern.

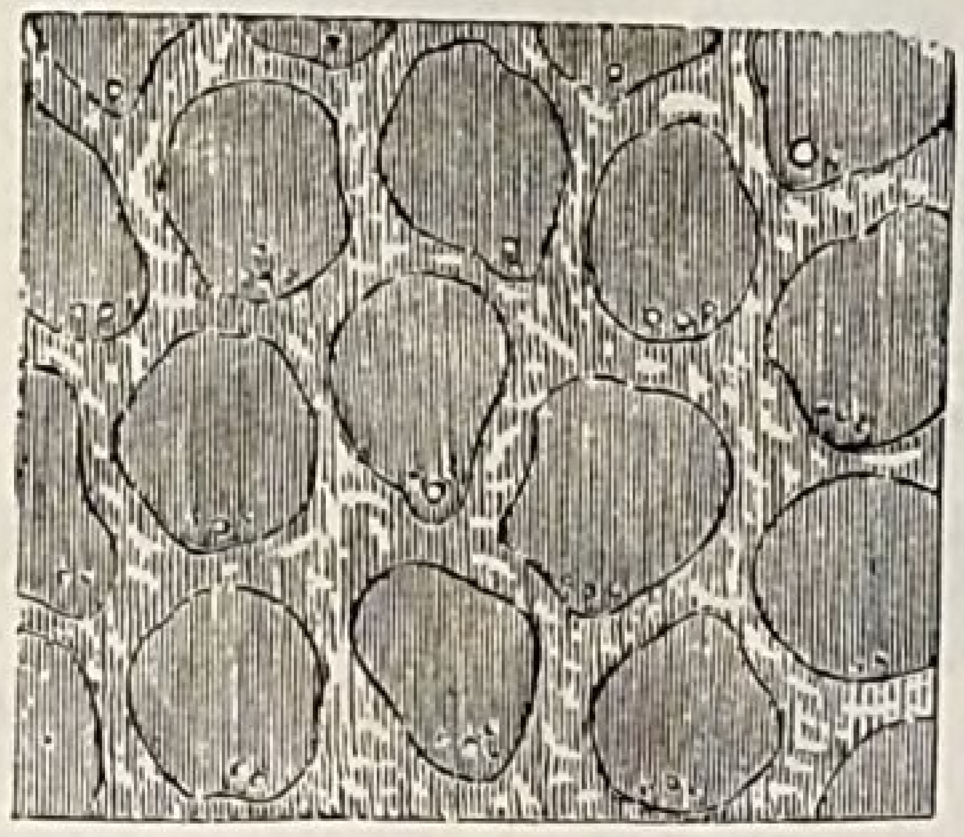


Fig. 230. Ein Theil eines Querschnittes von der Meerrohr- oder Stuhlrohrpalme (Calamus rotang), vergrößert. Man bemerkt die Holzbündel und die Lage der luftführenden, sehr weiten Gefäße in denselben.

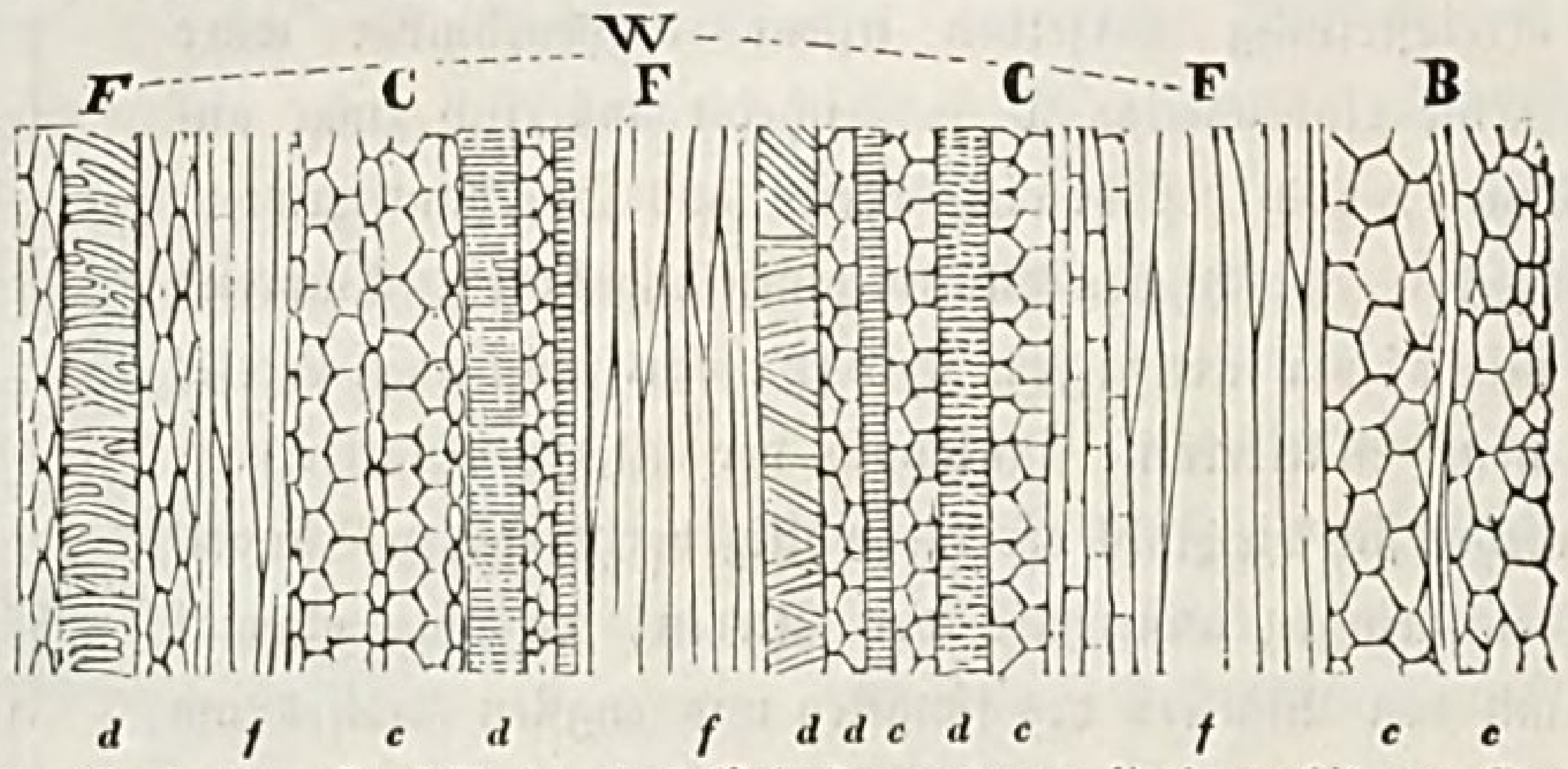


Fig. 231. Senkrechter Spaltschnitt eines Palmstammes vom Umfange bis zum Centrum. *

* B Aeußerste Parenchymmassen, von einzelnen Faserbündeln durchzogen; W holzigster Theil; F Holzbündel; C Parenchym zwischen den Holzbündeln; *cc* Parenchym; *dd* Spiralgefäße, gestreifte Gefäße, netzartige und punktirte Gefäße; *ff* langgestrecktes Parenchym und Prosenchymfasern.

des Holzbündels einige Spiralgefäße, und weiter nach außen gestreifte und punktirte Gefäße, welche durch ein, mitunter fadenförmig verlängertes Parenchym vereinigt sind, dann aber einen Haufen von Prosenchymzellen, welcher durch eine Gruppe von eigentlichen, saftführenden Gefäßen theilweise geschieden ist von den, den äußersten Theil des Holzbündels bildenden, sehr langgestreckten und durch mehrfache Verdickungsschichten sehr fest verholzten Faserzellen. Eine solche Zusammensetzung zeigen aber alle Holzbündel, die inneren eben so wohl, als die äußeren (Fig. 230). Man bemerkt daher auf einem senkrechten Spaltschnitte eines Palmstammes nicht eine solche einfache Anordnung der verschiedenen Elementarorgane, sondern gleichsam eine mehrfache Wiederholung derselben (Fig. 231). Verfolgt man den Verlauf eines Holzbündels von seinem oberen, dem Blatte, dessen Stiele er angehört, genäherten Theile abwärts, so findet man bald, daß die Dicke desselben und seine Vollständigkeit keineswegs gleich bleibt. In dem oberen Theile seiner Erstreckung, wo der Bogen des Holzbündels sich mehr dem Mittelpunkte nähert und von diesem abwärts sich wieder zum Umfange wendet, sieht man die Zahl der verschiedenartigen luftführenden Gefäße, der saftführenden Gefäße und der Prosenchymzellen zunehmen; hier hat das Bündel seine größte Entwicklung erreicht; weiter abwärts aber hören allmählig die Gefäße auf, und da, wo das Bündel nahe unter der Umfangsoberfläche des Stammes dahin zieht, erscheint es nur noch als ein Strang von Prosenchym, welches

endlich sich zu zertheilen scheint und mit benachbarten Holzbündeln so zusammentritt, daß eine weitere Verfolgung nicht möglich ist. Die durch Ausbildung eines jeden neuen Holzbündels bewirkte Zunahme der Dicke des Stammes muß daher am oberen Theile viel beträchtlicher sein, als weiter unten, und es rührt von diesem Verhältnisse der merkwürdige Umstand her, daß der Stamm an seinem oberen Theile allmählig die gleiche Dicke erreicht, welche er an seinem untersten Theile besitzt, ohne daß letzterer in gleichem Maße zunehmen könnte. Die Palmen bieten uns daher ähnliche Beispiele säulenförmig aufsteigender, nach oben kaum verjüngter Stämme dar, wie die Cykadeen und die baumartigen Laubfarren. Die entwicklungsfähigen Bestandtheile des Palmenstammes sind die parenchymatischen Partieen desselben, und zwar sowohl, wenigstens im oberen Theile, die im Innern liegenden, dem Marke anderer Pflanzen vergleichbaren, als auch die des Umfanges im Allgemeinen, und diejenigen, welche den einzelnen Holzbündeln zunächst sich anschließen, im Besondern. Erstere nehmen bei manchen Palmengattungen mitunter in einem auffallenden Grade zu, so daß der Stamm von solchen Bäumen sich in einer gewissen Höhe bauchig verdickt und oben wieder verjüngt, ein Vorgang, welcher bei einigen periodisch eintritt. Die Dicke, welche im Uebrigen Palmenstämme erreichen, ist außerordentlich verschieden. Bei vielen Arten steht dieselbe mit der Längenentwicklung, so außerordentlich dieselbe auch sein kann — denn man kennt Palmbäume von mehr als 200 Fuß Höhe — immerhin in solchem Verhältnisse, daß eine kühne, schlanke und oft überraschend schöne Säulenform das Resultat desselben ist. Allein bei manchen andern, insbesondere den Meerrohr- und andern Rotangpalmen, bleibt die Dicke so gering, daß die Stämme derselben seilförmig erscheinen und, unfähig, sich selbstständig aufrecht zu halten, theils am Boden sich hinschlingen, theils an andern Bäumen emporklettern, und oft in den wunderlichsten Gehängen von Zweig zu Zweige, von Baum zu Baume sich fortziehen. So erreicht der Drachenrotang (Calamus draco) bei einer Dicke von einem Zoll eine Länge von 500 bis 600 Fuß. Solche Schlingpalmen, mit andern Schlinggewächsen unter dem Namen von Lianen als eine der merkwürdigsten Erscheinungen tropischer Gegenden bekannt, machen in morastigen Wäldern Brasiliens, Ostindiens und der Inseln des südöstlichen Asiens das Dickicht oft gänzlich undurchdringlich, schnüren oft die Zweige der Bäume zusammen und ersticken dieselben nicht selten gänzlich. Der Anblick, welchen sie gewähren, ist um so seltsamer, als sie auf ihrer ganzen Länge völlig blätterlos und nur an ihrem Ende mit einem Laub- und Blüthenbüschel versehen sind. Noch auffallender wird derselbe aber, wenn die von ihnen umschlungenen und erstickten Pflanzen endlich verfaulen und zerfallen, und das Schlinggewächs dann in seiner sonderbar gewundenen Form allein stehen bleibt, was bei dem hohen Alter, welches solche Palmen erreichen können, nicht selten der Fall ist.

Das Holz der Palmen besitzt nicht die Festigkeit, welche wir bei diesem Theile der Coniferen und der dicotyledonischen Bäume, deren Stamm uns als Baumaterial dient, so hoch schätzen. Nur ausnahmsweise sind einzelne Gattungen, wie die Lontarfächerpalme (Borassus flabelliformis) und einige andere, mit ziemlich hartem, zur Verarbeitung tauglichem Holze versehen. Zu leichteren Bauwerken der Bewohner der heißen Zone eignet sich freilich der Stamm der meisten. Ausgezeichnet ist die Zähigkeit ihres Holzes, welches fast bastartige Eigenschaften in dieser Be-

ziehung besitzt, und es ist das zu Geflechten so vielfach angewandte Stuhlrohr oder Meerrohr der verschiedenen Rotangpalmen (Fig. 235) hiefür ein allgemein bekanntes Beispiel.

An seinem unteren Theile ist der Palmenstamm ähnlich abgeschlossen, wie der Zwiebelkuchen bei den Liliaceen. Derselbe ist nämlich nicht in eine Hauptwurzel verlängert, sondern es entspringen nur Adventivwurzeln aus demselben. Die erste dieser Wurzeln entspricht dem zuerst entstehenden Blatte; bald folgen andere, und während diese ältesten Wurzeln allmählig absterben, bilden sich um dieselben herum stets neue Kreise von solchen. Dieselben rücken natürlich mehr und mehr nach Außen und am untern Theile des Stammes herauf, so daß dieser Theil manchmal durch ganze Bündel solcher schräg absteigender Wurzeln, wie durch stützende Strebepfeiler, mit einem verdickten und ausgespreizten Fuße versehen ist. Mitunter verlängern diese Wurzeln sich in der noch nicht völlig aufgeklärten Weise, daß nicht ihre Spitzen tiefer in den Boden eindringen, sondern statt dessen die dem Stamme näheren Theile derselben sich aus dem Boden hervorschieben und den Stamm dadurch wohl gar emporheben. So wird der 80—100 Fuß hohe Stamm der Bauchpalme (Iriartea ventricosa) Brasiliens von 11—20 Wurzeln, wie von Stützen, acht bis zehn Fuß hoch vom Boden emporgetragen. Die Dicke dieser Wurzeln ist meistens nicht beträchtlich; verästelt sind sie oft mannigfaltig, mitunter dagegen so gut wie gar nicht. Im inneren Gewebe stimmen sie ganz mit den Stämmen selbst überein. Holzbündel durchziehen das Parenchym derselben im mittleren Theile mehr vereinzelt, im äußeren Theile häufiger. Diese Holzbündel bestehen aus den nämlichen Elementarorganen, wie die des Stammes, nur befinden sich regelmäßig die größten luftführenden Gefäße am innersten Theile derselben, und die Anordnung dieser Gefäße überhaupt stellt häufig die Figur eines V dar (Fig. 232). Die Zellen der Wurzeln beginnen, ebenso wie die des Stammes, sehr frühzeitig durch Ablagerungen von Verdickungsschichten ihrer Zellenwandung fest zu werden und zu verholzen (Fig. 233). Doch bilden sich dadurch, daß einzelne Punkte oder Linien der Zellenmembran von den Verdickungsschichten frei bleiben — eine Erscheinung, deren Ursache man noch nicht kennt — Kanäle, welche nur durch die einfache Zellenmembran geschlossen sind, in den Verholzungsschichten, und dieselben müssen für die Mittheilung der Säfte eine offenbare Erleichterung gewähren (Fig. 234).

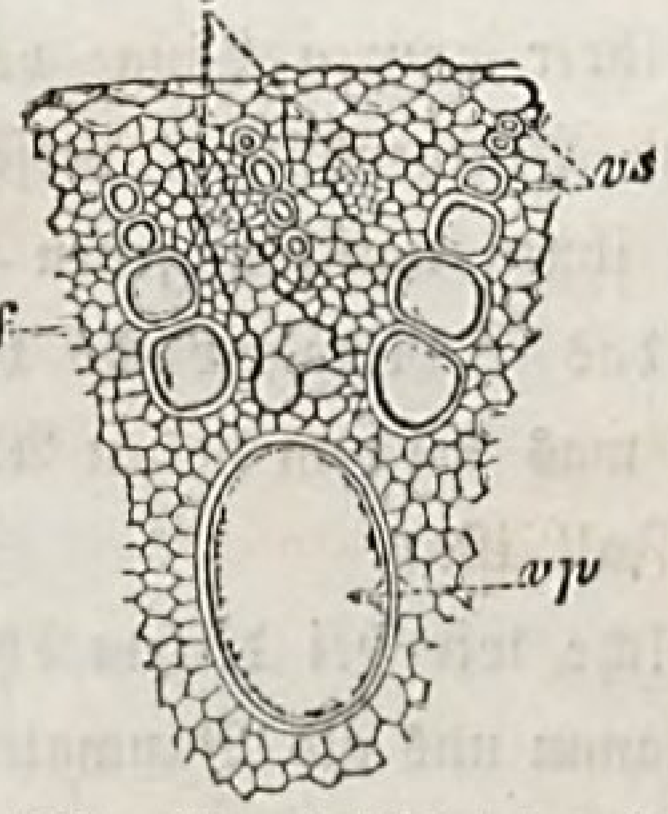


Fig. 232. Ein Holzbündel auf dem Querschnitte einer Wurzel der Meerpalme (Diplothomium maritimum), vergrößert. *

*vp Große getüpfelte Gefäße; vs kleinere gestreifte Gefäße, nach außen an Größe abnehmend; l saftführende, eigentliche Gefäße; f Faserzellen und langgestreckte Parenchymzellen.



Fig. 233. Vergrößerter Querdurchschnitt des Zellgewebes im Innern einer jungen Wurzel der Dattelpalme (Phoenix dactylifera). *

* a Zellen mit Verdickungsschichten und Kanälen; b Zwischenzellenstoff.

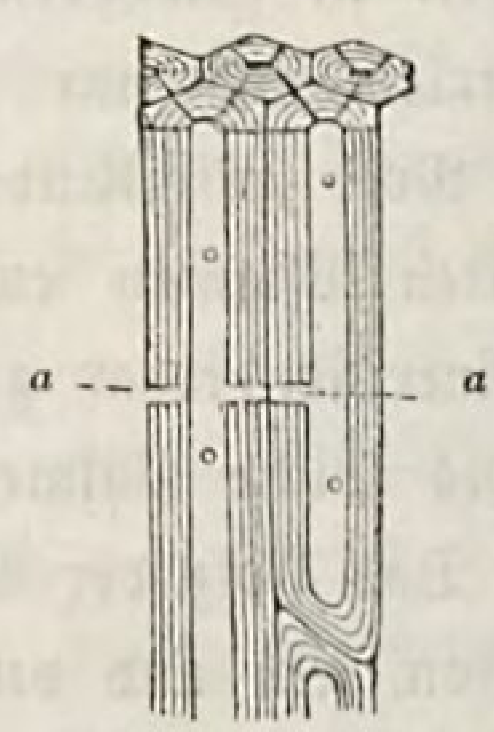


Fig. 234. Vergrößerter Längenschnitt der Zellen einer jungen Dattelwurzel. Die Zellen sind verlängert und im Begriffe, ein prosenchymatisches Gefüge einzugeben; ihre Membran ist durch mehrfache, mit Kanälen versehene Verdickungsschichten verstärkt.

Während der Palmenstamm an seinem Gipfel rings um die fortsprossende Knospe, welche den obersten Theil der Axe bildet, stetsfort neue Blätterkreise erzeugt, sterben die älteren Blätter allmählig ab und lassen entweder Narben oder aber schuppige, stachlige oder ganz formlose Ueberreste ihrer Blattstiele als einen rindenartigen Schorf am Stamme zurück. Die Gipfelknospe sproßt ununterbrochen fort. Der Zufall gibt es mitunter, daß, wie bei den Zapfenmoosen und den baumartigen Laubfarren, sowie bei den Cykadeen, anstatt der einzigen fortwährend sich theilenden Gipfelzelle, wenn diese die Fähigkeit zu weiterer Entwicklung verliert, die zwei nächsten Zellen zweiten Grades an die Stelle derselben treten, und daß dann die Gipfelknospe verdoppelt erscheint und der Stamm eine Gabelung bildet. Diese Unregelmäßigkeit tritt im hohen Alter häufiger ein, als in der Jugend; es gibt aber einige besondere Arten von Palmen, welche sich durch das fast regelmäßig in späterem Alter bei ihnen eintretende Vorkommen solcher Gabelungen auszeichnen, die sich mitunter zweifach, in seltenen Fällen sogar drei= bis vierfach wiederholen, so z. B. bei der ägyptischen Dhumpalme (Cucifera thebaica) und der Haarpalme (Hyphæna crinita). Dergleichen aus Verdoppelungen der Gipfelknospe hervorgehende Gabelungen haben natürlich nichts gemein mit wirklichen Verzweigungen, welche aus Achselknospen entspringen, und welche bei den Palmen, außer den Blüthenständen, gar nicht vorkommen.

Die Blätter der Palmen haben meistens eine kolossale Größe, so daß sie ganz den Wedeln der Cykadeen ähneln. Die Blattstiele sind meistens sehr lang frei heraus entwickelt, da bei den meisten Arten der Stamm sich unterhalb der Blätter nur sehr wenig verlängert, so daß letztere sehr nahe gedrängt übereinander zu stehen pflegen. Die Meerrohrrotangpalme (Fig. 235) macht hierin, nebst wenigen andern ähnlichen Gattungen, eine Ausnahme, indem bei dieser große Internodien zwischen den Blättern durch Verlängerung der Stammaxe gebildet werden. Bei den meisten Arten sind die untersten Theile der Blattstiele zu Phyllodien ausgebreitet, welche den Stamm scheidenartig umfassen, und häufig ragen diese Phyllodien mit zwei blattartigen oder stachelartigen Spitzchen, neben dem mittleren, zum eigentlichen Blattstiele verlängerten Theile hervor. Man nennt solche Phyllodiengebilde Nebenblättchen. Dieselben erreichen bei manchen Palmen die Länge einer Spanne und eine holzige Festigkeit; sie sind es besonders, welche dem älteren, schon

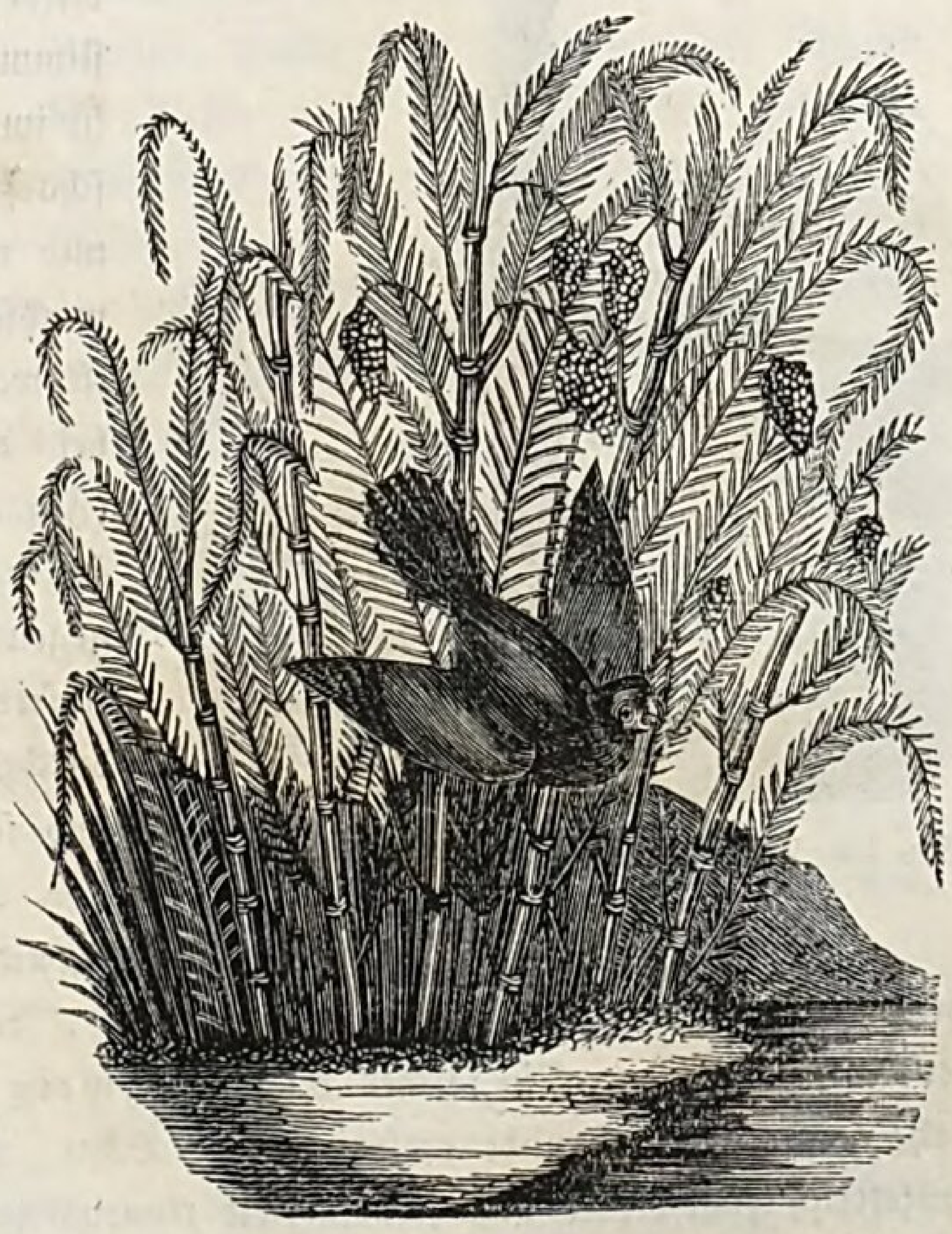


Fig. 235. Die ostindische Meerrohrpalme (Calamus verus).

der Blätter beraubten Theile des Stammes ein schuppiges Ansehen zu geben pflegen. Bei der strauchartigen Zwergpalme (Chamærops humilis), welche im südlichen Europa, als einzige einheimische Art, ziemlich häufig wächst, und deren Blätter zu Besen und zu Geflechten benutzt werden, lösen sich die Phyllodien der abgefallenen Blätter gänzlich in Faserbüschel auf. Die eigentlichen Blattstiele sind meistens ziemlich plattgedrückt, zweikantig und längs beiden Kanten mit zugespitzten und verhärteten Stachelauswüchsen versehen. Das zu einem sehr breiten Saume ausgebreitete Parenchym des flächenartigen Blatttheiles ist gegen den Rand hin so stark entwickelt, daß dasselbe nicht in derselben Ebene mit der die Mittelrippe darstellenden unmittelbaren Fortsetzung des Blattstieles zu bleiben vermag, sondern faltig auf- und niedergebogen erscheint. Bald bildet dasselbe einen mehr oder weniger kreisförmigen, vielfach strahlig scharfkantig gefältelten Fächer (Fig. 236) am Ende des Blattstieles; bald stehen die Falten zweistrahlig, wie Federbärte, an den beiden Seiten der Mittelrippe (Fig. 237). In beiden Fällen pflegen die Faltenkanten abwechselnd mit der Zeit einzureißen, indem sie sich außerdem nicht völlig würden entfalten können, und es erscheinen dann die ganzen Blätter strahlenförmig oder fiederförmig eingeschlitzt. Die vom Blattstiele auslaufenden Gefäßbündel oder Nerven des Blattes sind es, welche die Form dieser Zertheilung durch ihre Richtung bestimmen. Jeder einzelne Lappen des Blattes ist immer noch bis an den Blattstiel selbst scharfkantig rinnenartig zusammengefaltet und mit dieser Falte an denselben angewachsen. Die Größe mancher Palmblätter ist wahrhaft kolossal. So sind dieselben bei der ostindischen Fächerpalme (Fig. 225) vierzehn Fuß breit, bei der ächten Sagopalme (Sagus Rumphii) gegen 24 Fuß lang. Die bastartigen Fasern der Gefäßbündel, welche dieselben durchziehen, sind vielfach zu Seilerarbeiten und selbst zu Gespinnsten brauchbar.



Fig. 236. Die Carnauba- oder Wachsfächerpalme (Corypha cerifera).

In den Achseln der ältesten, noch vegetirenden Blätter, entwickeln sich Achselknospen, aus welchen Zweige sich entwickeln, deren vielfache Aestchen die Blüthen der Palmen tragen. Ein solcher Blüthenzweig hat meistens nur ein einziges, ganz nahe an seinem Grunde entspringendes Blatt, welches von höchst einfacher, lang lanzettlich zugespitzter und scharfgekielt rinnenartig zusammengebogener Form zu sein pflegt, und den ganzen Blüthenstand anfänglich, als eine Knospendecke eigener Art,

wie eine Scheide (spatha) umschließt. Erst nahe vor der Zeit des Aufblühens bricht der Blüthenstand als ein einfacher oder als ein zusammengesetzter traubiger oder rispenartiger Büschel aus dem Spalt der Scheide hervor (Fig. 237). Die letztere besitzt oft eine kolossale Größe und leder- oder holzartige Festigkeit; bei einer Schirmpalmenart Ostindiens (Corypha Taliera) erreicht sie 20 Fuß in der Länge; ja, in Südamerika bedienen sich einige eingeborene Volksstämme, in den Gegenden des Orinokostromes, der Blüthenscheiden gewisser Palmen gelegentlich, um in denselben, wie in Kähnen, über Flüsse zu setzen. Bei der Muff- oder Netzpalme (Pilophora testicularis) ähnelt die vier Fuß lange Scheide in Gestalt und Gewebe einem Filtrirsacke. Mitunter fehlt die Scheide gänzlich, in andern Fällen dagegen besitzt ein Blüthenzweig deren mehrere. Außerordentlich groß ist die Zahl der Blüthen, welche auf den ebenso zahlreichen Verästelungen der Blüthenzweige innerhalb solcher Scheiden bei einigen Gattungen von Palmen zu stehen pflegen. Man findet bei der männlichen Dattelpalme gegen 12,000, bei der südamerikanischen Mandelpalme (Alfonsia amygdalina) gegen 200,000, und bei der nahe verwandten Oelpalme (Alfonsia oleifera) an den verschiedenen gleichzeitigen Blüthenzweigen eines einzigen Stammes wohl 600,000 Blüthen.

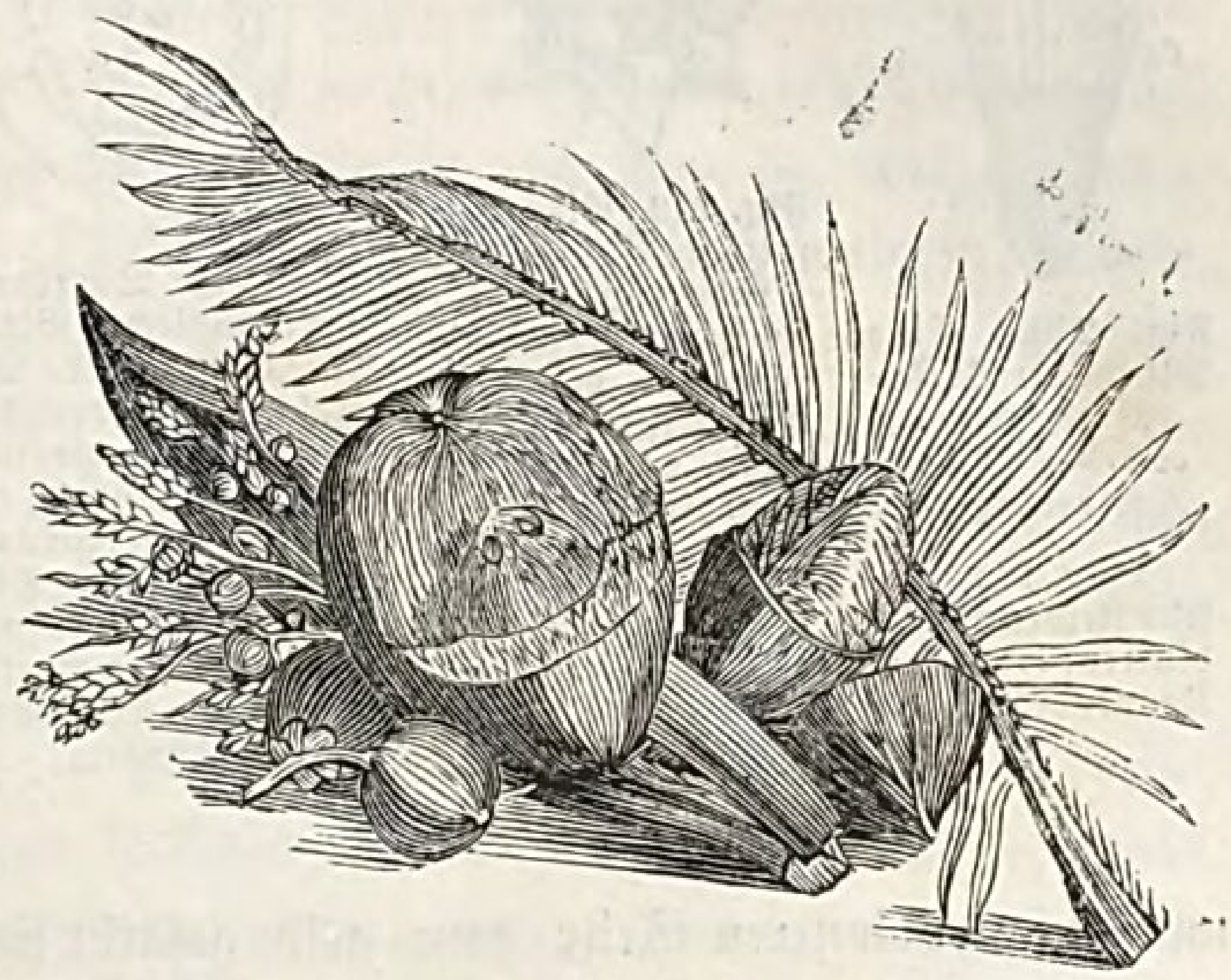


Fig. 237. Ein Blatt, eine Blüthenscheide mit dem Blüthenbüschel, junge Fruchtansätze und reife Früchte der Kokospalme (Cocos nucifera).

Es gibt einzelne Ausnahmen von Palmen, welche nicht Blüthenzweige, sondern endständige Blüthenbüschel erzeugen. Bei diesen bleibt der Baum bis zu einem gewissen Alter völlig unfruchtbar, dann plötzlich verlängert und verästelt sich der Gipfel zu einem schlanken vieltheiligen Blüthenstande, und setzt sich dadurch ein Ziel seiner Entwicklungsfähigkeit. Denn mit der Bildung der Früchte hört die Möglichkeit weiteren Wachsthumes der Axen, welche solche tragen, völlig auf. Pflanzen mit derartiger Entwicklungsweise der Fortpflanzungsorgane nennt man einfruchtige vieljährige (monocarpeæ multiennes). So trägt die Sagopalme des indischen Archipels, im Alter von dreißig Jahren, ihren einzigen, fünfzehn Fuß hohen, buschartigen Blüthen- und Fruchtstand, mit dessen Reife sie ihr Leben schließt.

Die Blüthen der Palmen geben ein lehrreiches Beispiel des außerordentlichen Gegensatzes, welcher in der Größenentwicklung und Gestaltung eines und desselben Grundorganes bei einer Pflanze stattfinden kann. Die Blätter nämlich, welche die Blüthen bilden, sind bei manchen, mit ungeheuer großen Laubblättern versehenen, Arten außerordentlich klein und von einer höchst einfachen Gestalt. Es stehen je zwei dreizählige Blätterquirle, der erste einem Kelche, der zweite der Blumenkrone entsprechend, um das Ende jedes Blüthenstielchens gedrängt. Die Blätter des Kelchquirles sind meistens kleiner, als die des Kronenquirles, so daß sie denselben in der Knospenlage nur theilweise, oft nur sehr wenig bedecken (Fig. 238). Meistens sind diese sechs Blätter, welche niemals grün, sondern nur grünlich gelb

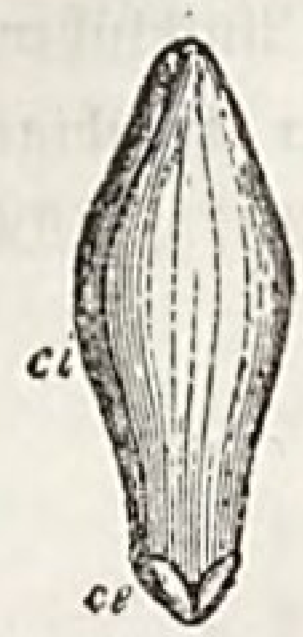


Fig. 238. Eine Blüthe der Arekapalme (Areca catechu) in der Knospenlage. *

* ce Die drei sehr kleinen Kelchblätter; ci die drei Kronenblätter.



Fig. 239. Eine entfaltete Blüthe der südeuropäischen Zwergpalme (Chamaerops humilis) mit sechs Staubfäden und drei getrennten Karpellen, deren Griffel aber verkümmert sind.



Fig. 240. Diagramm der männlichen Blüthe der Arekapalme. Drei Kelchblätter, drei Kronenblätter, zweimal drei Staubfäden, drei verkümmerte Karpelle; a bezeichnet die Stellung des Blüthenzweiges, auf dessen Seitenästchen die Blüthe sich befindet.

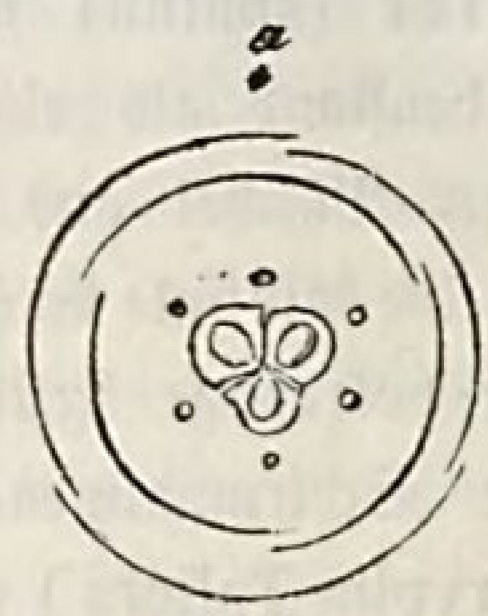


Fig. 241. Diagramm der weiblichen Blüthe der Arekapalme. Drei Kelchblätter, drei Kronenblätter, zweimal drei verkümmerte Staubfäden; drei fast ganz vereinigte Karpelle, deren jedes eine Samenknospe enthält.

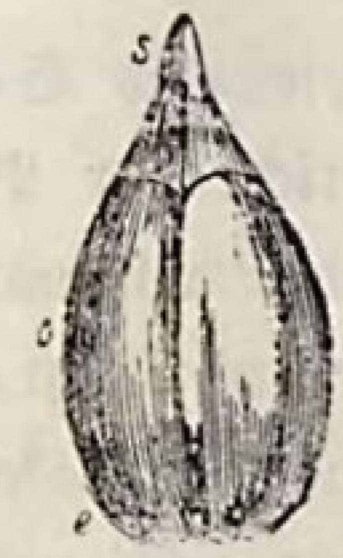


Fig. 242. Das Innere der weiblichen Blüthe der Arekapalme nach Entfernung der sechs Blumenblätter. *

* e Verkümmerte Staubfäden; o der Fruchtknoten, aus den drei Karpellen gebildet; s der vereinigte Griffel mit spitz zulaufender Narbe.

und auf der inneren Seite ganz gelb gefärbt sind, an ihrem Grunde so mit einander verwachsen, daß sie später noch als schuppenartige Decken am unteren Theile der Frucht sichtbar bleiben und gar nicht abfallen. Zweimal drei oder einfach drei ziemlich kurze und blattartige, bisweilen monadelphische, d. h. mit einander verwachsene Filamente, selten ein Mehrfaches der Dreizahl von solchen, tragen Staubbeutel, welche wie kugelig oder länglich eiförmige Knöpfchen gestaltet sind (Fig. 239), und drei Karpelle bilden mehr oder weniger mit einander vereinigt den Fruchtknoten, in dessen Innerem die Blüthenaxe drei Samenknospen trägt. Sehr häufig sind die drei Karpelle nur an ihrem Grunde aneinander gedrängt, mit ihrem oberen Theile und besonders dem Griffeltheile dagegen getrennt; jedes derselben ist aber mit seinen zusammengeschlagenen Rändern so vereinigt, daß es einen geschlossenen Behälter für sich und auch eine eigene Griffelröhre und Narbe bildet. Es sind in diesem Falle drei gesonderte Fruchtknoten, den einzelnen Fächern entsprechend, vorhanden, und also auch drei Griffel und Narben. In jedem dieser Fruchtknoten befindet sich eine einzige Samenknospe, welche in der Achsel des Karpellblattes an dem nicht verlängerten Gipfel der Blüthenaxe entspringt. Selten erlangen die Staubfäden und die Karpelle gleichmäßig in einer Blüthe ihre genügende Entwicklung, vielmehr verkümmern entweder die einen oder die andern. So erscheinen denn die Blüthen gewöhnlich nicht als Zwitterblüthen, sondern diklinisch, d. h. theils nur männlich (Fig. 240), theils nur weiblich (Fig. 241); doch bemerkt man immer Spuren der Anlage zu den verkümmerten Organen (Fig. 242). Auch kommt es mitunter vor, daß auf einem Blüthenzweige männliche, weibliche und wirkliche Zwitterblüthen gefunden werden, was man einen polygamischen Blüthenstand nennt. Bei vielen Palmen, z. B. den Dattel- und Zwergpalmen, erzeugt ein und derselbe Stamm stets nur männliche, ein anderer nur weibliche Blüthen, so daß man also, wie bei den diöcischen Cykadeen, männliche und weibliche Stämme unterscheiden muß; bei anderen Gattungen finden sich männliche und weibliche Blüthen monöcisch, d. h. auf einem Stamme vereinigt, wie bei der Kokospalme. Bei den diöcischen ist daher das Beisammensein von beiderlei Stämmen zur Befruchtung und Entwicklung der Samenknospen erforderlich; doch kann ein einziger männlicher Stamm die Blüthen vieler weiblicher Bäume befruchten. Im nördlichen

Afrika befördert man die Befruchtung der nützlichen Dattelpalme künstlich, indem man die Blüthenzweige der männlichen Stämme aus den Wäldern herbeiholt und in den Anpflanzungen der weiblichen Bäume auf den Gipfeln dieser aufhängt und schüttelt. Die Pollenzellen sollen ihre Tauglichkeit viele Jahre lang bewahren können. Jedenfalls ist es nicht erforderlich, daß dieselben unmittelbar aus den Antheren auf die Narbe gelangen. Im botanischen Garten zu Berlin zog man im vorigen Jahrhunderte ein weibliches Exemplar der südeuropäischen Zwergpalme, welches blühete, ohne Frucht zu tragen; in Leipzig befand sich ein männliches Exemplar derselben Gattung. In einem Briefe wurde von dem Pollenstaube des letzteren eine kleine Menge nach Berlin gesandt und dort zur Bestäubung (Befruchtung) der Blüthen des weiblichen Exemplares benutzt, worauf dieselben Samen trugen, von welchen die Nachkommenschaft noch jetzt im dortigen Garten existirt.

Von den drei Samenknöspchen in den drei Fruchtknotenfächern der weiblichen Blüthen bildet sich bei denjenigen Palmen, deren Karpelle mit einander verwachsen sind, fast ganz allgemein nur eine einzige aus; mitunter ist schon eine Verkümmerung von einem oder von zweien Fruchtknotenfächern von vorn herein zu bemerken. So entsteht bald eine mehr kugelige einfächerige Frucht, bald eine ungleich dreifächerige, bald aber ein aus dreien dreikantigen Früchten zusammengesetzter Fruchtstand auf jeder Blüthenaxe. Die Samenknospe bildet sich hier völlig gerade aus. In der reifen Frucht liegt der Samen als ein sehr beträchtlicher Kern mit sehr zarten hautigen Samendecken umhüllt, in welcher sich von dem Nabelpunkte aus zahlreiche Gefäßbündel als Adern oder Nerven verbreiten (Fig. 237). Der Kern selbst besteht aus dem Endosperm, welches bald, wie bei der Kokosnuß, nußkernartig, hartfleischig und eßbar, bald dagegen, wie bei der Dattel, hornartig, ja mitunter, wie bei der Elfenbeinfrucht der Netzpalmen, fast knochenartig verhärtet ist. Bei der Kokospalme hat dieses Endosperm die Größe eines Kindskopfes; es bildet sich hier sehr allmählig aus, so daß zu der Zeit, wo der Embryo in dem ganz an die Wandung des Keimsäckchens angedrückten Korpuskulum schon seine völlige Ausbildung erreicht hat, das Keimsäckchen erst mit einer etwa fingersdicken Lage von dem nußkernartigen Endospermgewebe wie mit einer Rinde ausgekleidet ist, während die innere Höhlung noch ganz mit dem weißlich trüben Cytoblasteme ausgefüllt erscheint. Dieses Cytoblastem, in welchem sehr zahlreiche Zellenbläschen schwimmen, ist die sogenannte Kokosmilch, welche durch Anbohrung der Früchte gewonnen, ein liebliches kühles Getränk gibt. Später verdickt sich die Endospermrinde mehr und mehr, bis das Cytoblastem gänzlich erschöpft ist, worauf dann noch eine centrale Höhlung zurückbleibt. Der Embryo liegt als ein sehr kleines Körperchen in der Höhlung des unbemerkbar gewordenen Korpuskulum in der Rinde des Endosperm eingebettet; seine Lage ist äußerlich durch ein kleines Mal angedeutet (Fig. 243). Bei der Kokosnuß und der Arekapalme befindet er sich in der Nähe des Nabels, bei der Dattel an der Seite des Endosperms. Letzteres ist mitunter keineswegs glatt, sondern warzig auswüchsig, wie zernagt aussehend (Fig. 244). Die aus dem einzigen oder aus mehreren verwachsenen Karpellen gebildete Frucht nimmt eine sehr verschiedene Form an. Mitunter wird die äußere, der untern Blattfläche des Karpellarblattes entsprechende, Zellgewebeschicht sehr zartzellig und saftreich, besonders zur Zeit der Samenreife, wo die Zellen ihres Gewebes theilweise sich wieder auf-

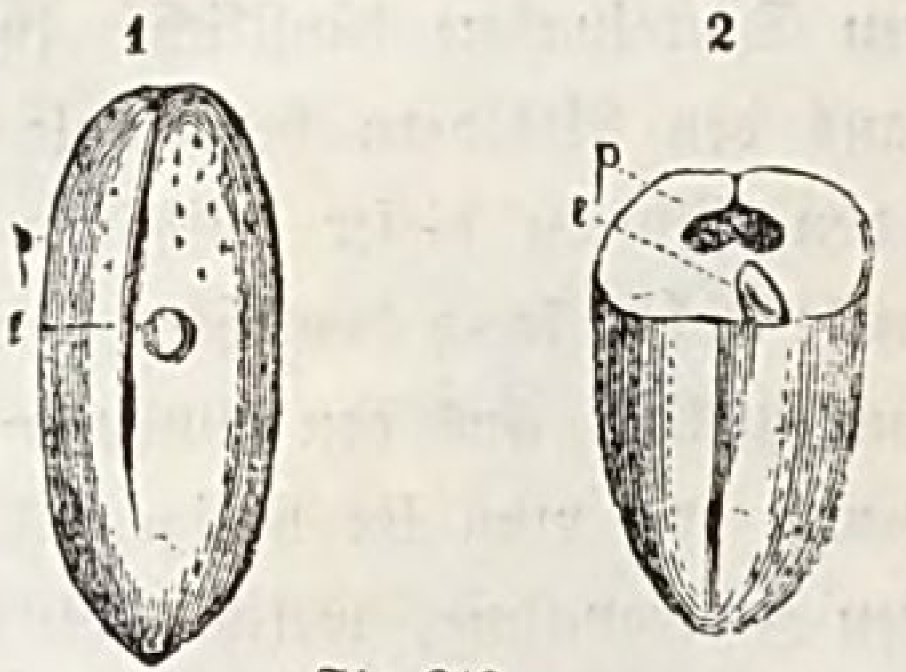


Fig. 243.
Der Samenkern aus einer Dattelfrucht. *

* 1 Der aus dem knorpelig hornartigen Endosperm bestehende, mit dünnen Samenhäuten überzogene Kern p, an welchem man bei e das Mal bemerkt, welches die Lage des Keimlings bezeichnet. — 2 Horizontaler Durchschnitt desselben Kernes; p das mit einer Höhlung versehene Endosperm; e der Keimling (Embryo).

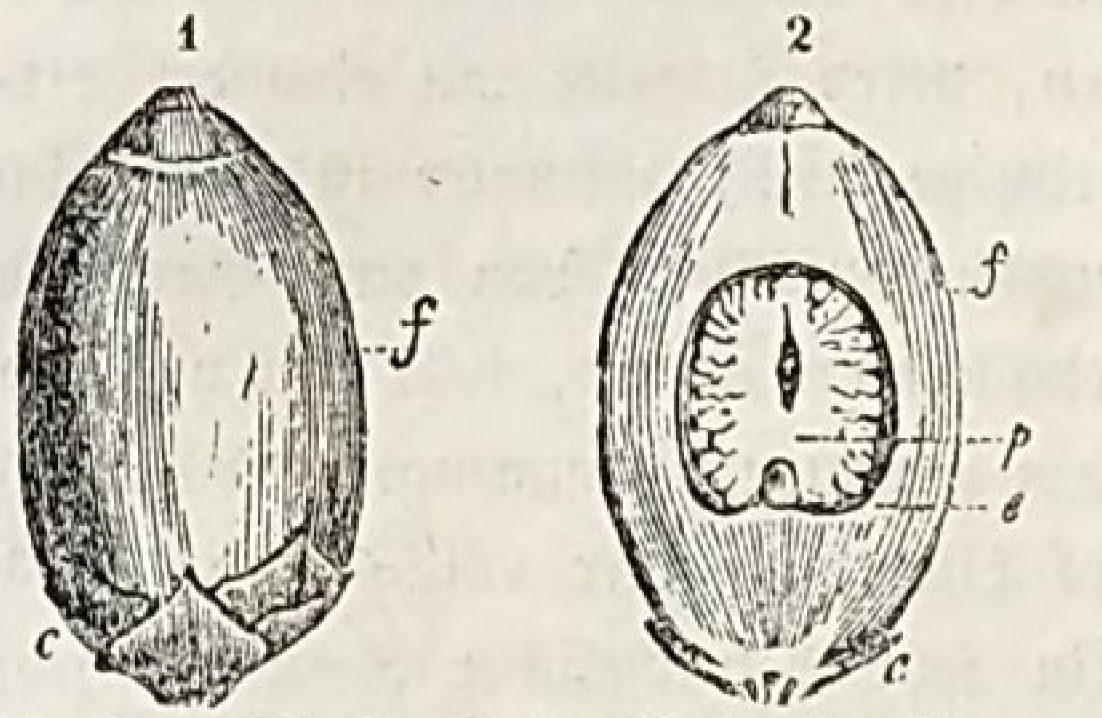


Fig. 241. Die Frucht der Arekapalme (Areca catechu). *

* 1 Die ganze Frucht f, mit den Ueberbleibseln der Blüthe c; 2 senkrechter Durchschnitt der Frucht, mit dem zernagt warzigen und mit einer Höhlung versehenen Endosperm p und dem unten befindlichen Keimlinge e.

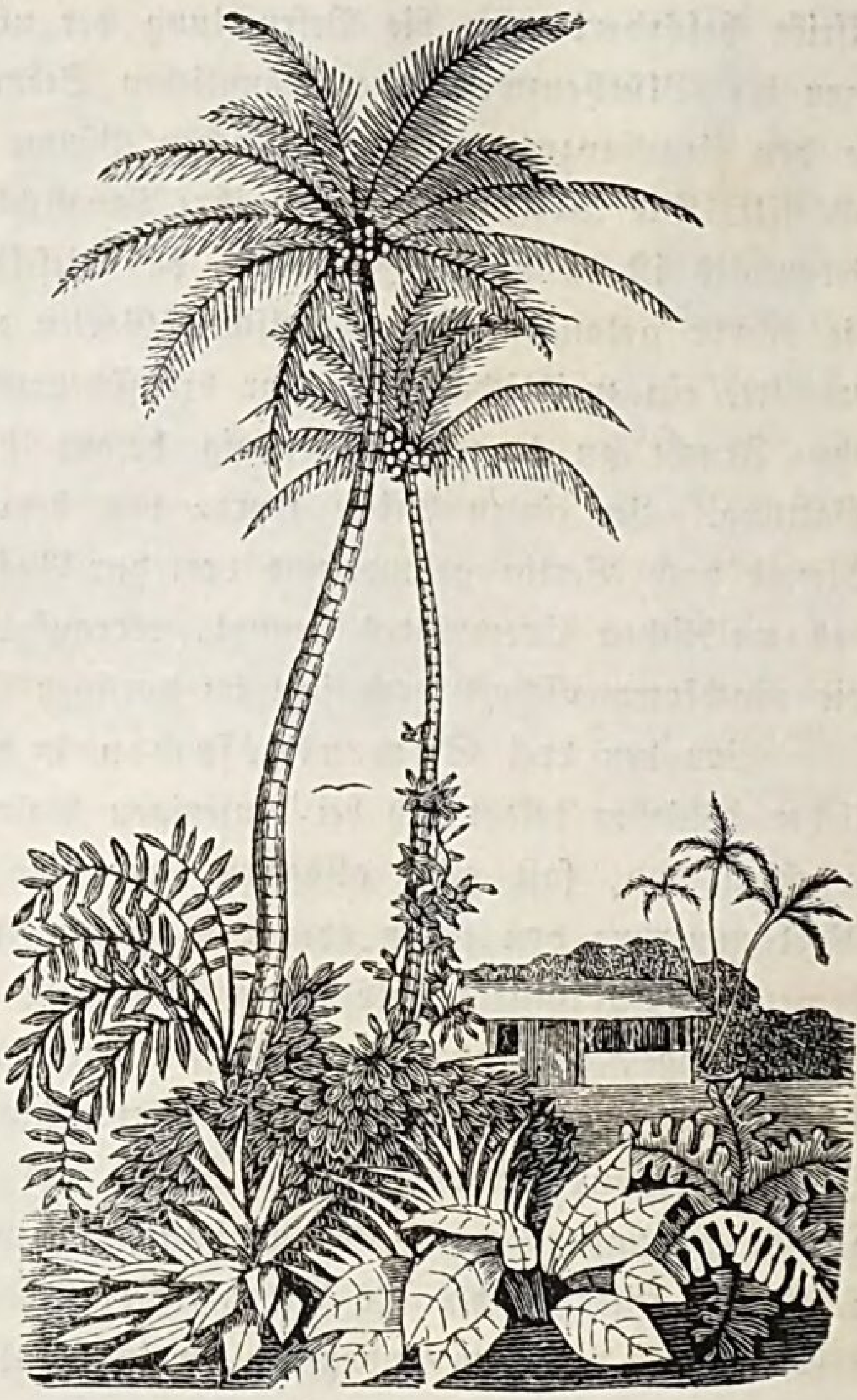


Fig. 244, a. Die Kokospalme (Cocos nucifera).

lösen und breiartig werden. In diesem Falle ist die Frucht fleischig und eßbar, zuckersaftig, wie bei der Dattel, oder ölreich, wie bei der Oelpalme. Die innere Zellgewebeschicht des Karpellarblattes bleibt dabei hautartig. In anderen Fällen dagegen wird das ganze Gewebe des Karpellarblattes zu einer dünneren oder dickeren, steinartig harten, oder faserig holzigen Schale. So bei der Kokosnuß, bei welcher dieser Theil von außen nach innen immer dichtere und härtere Lagen zeigt, deren innerste man zu Drechslerarbeiten und Geschirren benutzen kann, während die zähen bastartigen Fasern der äußeren ein sehr haltbares Seil- und Flechtwerk liefern. Die Früchte der Palmen sind mitunter von ungeheurer Größe; bei der Meerkokospalme (Lodoicea sechellarum) wiegen sie gegen zwanzig Pfunde.

Die Palmen bieten dem Menschen auf die mannigfaltigste Weise Mittel zu seinem Lebensunterhalte dar, wie nicht leicht eine andere Ordnung von Pflanzen. Die Erwägung dieses Umstandes veranlaßte den großen Linné zu der Ansicht, daß nothwendig die Wiege des Menschengeschlechtes unter Palmbäumen gestanden habe, und daß der Mensch auf Palmfrüchte, als auf seine natürlichste Nahrung, ursprünglich angewiesen (animal palmivorum) sei. Die Dattelpalme (Phœnix dactylifera), welche, ihrer gleichsam unsterblich in ewiger Jugend aus sich selber fortsprossenden Gipfelknospe wegen, bei den alten Griechen und Römern den nämlichen Namen (φοινιξ) trug, wie jener fabelhafte, stets aus dem eigenen Lebensbrande sich verjüngende Vogel, ist der eigentliche Lebensbaum der phantasiereichen nomadischen Völker des nördlichen Afrika, welche ihm tausend lobende Namen beilegten und ihm

dreihundertundfünfundsechzig wohlthätige Eigenschaften zuschrieben. Was dieser Baum für jene Völker, das ist die Kokospalme (Fig. 244, a) welche zu jeder Jahreszeit, vom achten bis zum hundertsten Jahre, Blüthen und Früchte trägt, für die Bewohner des tropischen Asien und der Inseln des fünften Erdtheiles. Andere Palmen sind die Gottesgaben anderer Gegenden. Um ihre Stämme sammeln sich jene Kinder der Natur, welche nie durch den Wechsel der Jahreszeiten zu den stets sich mehrenden Bedürfnissen und durch diese zur Cultur geführt wurden. Betrachten wir nur einige der Schätze, welche jenen die Palmen darbieten und welche ihren ganzen Reichthum bilden, einen Reichthum, mit dessen neidloser Ueberfülle sich Tausende unserer Schiffe beladen. Wir brauchen der Stämme nicht mehr zu erwähnen, welche zu leichten Hütten das Holz, zu unsern Sesseln das Flechtwerk, und zu Seilwerken die Fasern liefern. Auch die Wurzeln und Blätter geben Material zu Körben, zu Geflechten, zu Seilen zu Gespinnsten und Geweben, ja letztere selbst zu Papier und zum Decken der Dächer. Bevor ihre Zellen verholzen, bieten sie ein treffliches Gemüse, den Palmkohl. Man benutzt als solchen nur ihre Gipfelknospe, oft nur den innersten Theil derselben, und um eines so geringen Gewinnes wegen wird der ganze Stamm getödtet. Die Kohlpalme (Fig. 245) Westindiens und Brasiliens ist besonders wegen dieses Nutzens gesucht, da sie die reichlichste Menge brauchbarer Blätter gibt. — Die Früchte der Dattel sind für Millionen Menschen fast die ausschließliche Nahrung. Selbst die harten Kerne werden aufgeweicht für das Vieh als Futter benutzt und oft von der Armuth begierig gesucht. Das süße Fleisch der getrockneten Früchte, sowie die Nußkerne der Kokospalme und mancher anderen Arten kommen als Näschereien auch auf die Tafel des Europäers. Ein einziger Dattelbaum liefert Tausende von Früchten, eine einzige Kokospalme bis dreißig kopfgroße Nüsse an einem einzigen ihrer zahlreichen Fruchtzweige. — Viele Palmen liefern Stärkemehl, welches sich in dem holzbündelärmeren mittleren Theile ihres Stammparenchymes in allen Zellen ablagert und oft in ungeheurem Maße ansammelt. Ehe die Sagopalme ihre Tausende von Früchten entwickelt, nach deren Reife sie abstirbt, wird ihr Stamm unterhalb der Blätterkrone „mehlträchtig," d. h. er füllt sich mit einigen Zentnern von Sagomehl, welches ganz wie bei den Cykadeen benutzt wird und den gemeinen indischen Sago liefert. Der Stamm der herrlichen Fächerpalme, auf welcher die Guaraunoindianer Südamerika's zur Zeit der Hochwasser des Orinokostromes ihre luftigen Hängematten von Baum zu Baume ausspannen, der Moriche (Mauritia vinifera) oder Weinpalme enthält das feinste Stärkemehl, welches als Arrow-root aus Guyana zu uns gebracht wird. Ein ähnliches Produkt geben viele andere Palmen-



Fig. 245. Die Kohlpalme (Euterpe oleracea).

arten. Neben diesem oder an der Stelle desselben wird **Zucker**, diese der Stärke isomere Substanz (Seite 567) in reichlicher Menge gewonnen. Nicht zu reden von dem Zucker der Dattelfrüchte, welchen man in Arabien auspreßt und unter dem Namen **Schakkar** (daher das Wort saccharum, Zucker) als Tauschmittel benutzt; auch aus dem **Safte**, welchen man aus dem Stamme zapft und aus dem abgeschnittenen Blüthenzweige träufeln läßt, wird vieler Zucker gewonnen. Besonders liefert solchen die **Lontarpalme** (Borassus flabelliformis), die **Zuckerpalme** (Arenga saccharifera), die **wilde Dattelpalme** (Phœnix sylvestris) und die **Kokospalme**. Die wilde Dattelpalme in Mysore (sprich meissur) liefert drei Monate lang im Jahre täglich eine große Menge von Saft, und aus den abgeschnittenen Blüthenzweigen der Kokospalme kann solcher das ganze Jahr gewonnen werden. Diese Saftentziehung schadet oft viele Jahre lang dem Baume nicht merklich und soll sogar die Fruchtbildung befördern. — Der zuckerhaltige Palmensaft wird **gährend** (S. 565) zu einem weinartigen, kräftigen Getränke. So macht man in Afrika **Palmenwein** aus dem Safte der **Raphiapalme** (Rafia vinifera), der **äthiopischen Fächerpalme** (Borassus æthiopum), der **guineischen Oelpalme** (Elais guineensis) und der **Stachelbattel** (Phœnix spinosa). Aus der **Arekapalme** wird das Getränk gewonnen, welches ursprünglich zu dem Namen **Arak** die Veranlassung ward. Dasselbe wird mit Reißabsud gegohren. Aus der Kokospalme macht man das indische Getränk **Toddy**.

Keine Pflanzenordnung bringt größere Massen von **fettem Oele** hervor, als die Palmen. Die sogenannten **fetten Oele**, welche in den Pflanzen außerordentlich allgemein verbreitet vorkommen, selbst in solchen, bei welchen sie nicht leicht vermuthet werden dürften, wie in den Gräsern und Getreiden, spielen jedenfals eine sehr wichtige Rolle bei den Vegetationsprozessen derselben. Wir haben solche in den Sporen der unvollkommeneren Gewächse als nie fehlende und besonders auffallende Inhaltsbestandtheile kennen gelernt, und die Samen der Samenpflanzen sind, sowohl bei den Gymnospermen, als auch bei den monocotyledonischen und dicotyledonischen Angiospermen oft wahre Oelbehälter zu nennen, indem sie mitunter mehr als den vierten Theil des Gewichtes ausmachen. Sie bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, jedoch in einem anderen Verhältnisse als die Cellulose, die Stärke, der Zucker und die übrigen diesen isomeren Substanzen; vielmehr nähern sie sich der Mischung des Alkohols (Seite 565), indem sie sehr reich an Wasserstoff, sehr arm dagegen an Sauerstoff sind. Man erkennt sie an ihrer Schlüpfrigkeit (Fettigkeit), an ihrer Unlöslichkeit in Wasser, an ihrer Leichtigkeit, vermöge deren sie auf Wasser schwimmen, und an der Neigung mit alkalischen Substanzen in Wasser lösliche Verbindungen, die sogenannten „**Seifen**", zu bilden. Alle nehmen an der Luft mehr oder weniger begierig Sauerstoff auf und verbinden sich mit diesem entweder zu harzähnlich festen Firnißen — **trocknende Oele**, z. B. Leinöl — oder zu übel duftenden und streng kratzend schmeckenden, „ranzigen", dickflüssigen Schmieren — **Schmieröle** oder **nicht trocknende Oele**. Keineswegs aber sind die fetten Oele sämmtlich **gleichartig** gemischt, noch auch sind dieselben **einfache** Mischungen. Vielmehr bestehen sie sämmtlich aus einer oxydirten Kohlenwasserstoffverbindung, dem sogenannten **Glycerin**, und aus einer oder mehreren sogenannten **Fettsäuren**, z. B. der **Stearinsäure** und der **Elainsäure**. Die meisten fetten Pflanzenöle,

insbesondere auch die der Palmen, sind Gemenge von elainsaurem Glycerin (dem sogenannten „Elain") mit stearinsaurem Glycerin („Stearin"). Je dünnflüssiger dieselben sind, desto mehr waltet das Elain vor, in den dickflüssigeren dagegen das Stearin. Das Palmenöl ist schmalz- oder butterartig, von weißer oder geblicher Farbe. Alle Kokospalmen (Fig. 246, a) besitzen eine große Menge von solchem Oele in der großen Endospermmasse ihrer Früchte, und es ist bekannt, wie große Mengen dieses Fettes gewonnen und gegenwärtig in Europa zur Bereitung der feinen Seifen benutzt werden. Eine noch viel größere Menge von Oel aber häuft sich an in dem Fruchtfleische mancher mit pflaumenartigen Früchten versehenen Palmenarten, besonders dem der Oelpalme Guinea's (Fig. 246, b). Das Oel letzterer Pflanze ist orangegelb; schon durch Erhitzung aber läßt es sich völlig bleichen, da der Farbstoff flüchtig ist. Die Oelpalme wächst im Mündungsgebiete des Quorra- oder Dscholibastromes und anderen Küstengegenden des heißen Westafrika's in ungeheurer Häufigkeit, ganze Waldungen bildend. Und diese Bäume lassen zur Zeit der Reife ihre Früchte in solcher Menge zu Boden fallen, daß man buchstäblich in denselben waten muß. Mit Leichtigkeit wird aus denselben das veilchenartig duftende Oel gewonnen, und schon beladen, trotz der Neuheit dieses Handels, jährlich mehr als vierzig der größten Schiffe ihre zahllosen Fässer mit diesem Oele, und sind dennoch nicht im Stande, auch nur den zwanzigsten Theil der Früchte, welche in den Wäldern an den Ufern nur zweier Mündungsarme des obengenannten Stromes, des „neuen Kalabar" und des „Bonny," den Boden faulend bedecken, der Benutzung zu sichern.



Fig. 246. Oelpalmen.*

* *a* Die Butterkokospalme (Cocos butyracea). — *b* Die guineische Oelpalme (Elais guineensis).

Ein anderes Produkt der Palmen ist Wachs. Dasselbe ist ebenfalls im Pflanzenreiche in großer Allgemeinheit verbreitet. Es bildet den grauen „Reif" oder „Duft" auf unseren Pflaumen und Weinbeeren, auf den Kohlblättern u. s. w. In den Zellen ist es häufig der Träger des grünen Farbstoffes, indem die Chlorophyllkügelchen wesentlich aus Wachs bestehen. Es spielt jedenfalls, wie die Oele, eine sehr wich-

tige Rolle in dem Stoffwechsel der Pflanzen (Seite 618). In den Palmen sondert das Wachs sich theils auf den Blättern aus, wie bei der Carnauba (Fig. 236) in Brasilien, theils quillt es aus den Ringeln des Stammes, den Ablösungsstellen der abgestorbenen Blätter, wie bei der Wachspalme der Anden (Ceroxylon andicola). Uebrigens ist dieses Wachs nicht rein, wie das Bienenwachs, sondern beträchtlich (bis zu zwei Dritteln) mit Harz vermengt, und daher spröde und hart.

Andere Palmenarten enthalten in ihren Früchten die schönsten Farbstoffe, wie z. B. die Rotange (Calamus), welche ein sogenanntes „Drachenblut" geben, dessen Vortrefflichkeit mit dem des Drachenblutbaumes wetteifert. Dieser Farbstoff ist harzartiger Mischung. — Reich an Gerbsäure sind die Früchte der Arekapalme (Fig. 244), aus welchen man deßhalb den Katechusaft gewinnt, dessen Anwendung zur Erhaltung des Zahnfleisches auch bei uns sehr bekannt ist, während die ganzen Arekanüsse (Pinangnüsse) in den östlichen Indien unreif und reif mit scharfen Betelblättern und gebranntem Kalke als ein beliebtes Käumittel allgemein gebräuchlich sind. Ganz unbekannt sind noch die Substanzen, welche in dem Fruchtfleische der ostindischen Brennpalme (Caryota urens) und der Zuckerpalme die Eigenschaft bewirken, heftig „brennend" zu beizen und Anschwellungen der Lippen hervorzurufen.

Man kennt gegenwärtig auf der Erde gegen 600 Palmenarten; in den Schichten des Erdbodens findet man aber die Ueberbleibsel von einer großen Zahl ausgestorbener Arten. Es scheint diese Ordnung der Monocotyledoneen eine der ersten, wenn nicht die allererste gewesen zu sein, welche in der Natur aufgetreten ist. Berücksichtigt man auch nicht die zweifelhaften Spuren, welche schon in älteren Sekundärformationen aufgefunden worden sind, so scheinen doch seit den späteren Perioden der Oolithformation ziemlich sichere Spuren derselben vorzukommen. In der Kreideperiode waren die Palmen jedenfalls schon zahlreich, und in den Tertiärformationen sind gleichfalls viele Ueberreste derselben in besonders erkennbarem Zustande angetroffen worden (Fig. 247 und 248). Sie besaßen damals eine weitere Verbreitung, als heutigen Tages. Einzelne Funde in sehr nördlichen Gegenden mögen immerhin durch Fortschwemmungen ebenso leicht erklärt werden, als gegenwärtig das Vorkommen von Palmenfrüchten, Blättern u. s. w. nebst anderen tropischen Gewächsen an den nördlichsten Meeresküsten, wohin die Meeresströmungen sie befördern und die Wogen sie an den Strand werfen. Allein die Zahl der Fundorte im mittleren Europa ist so

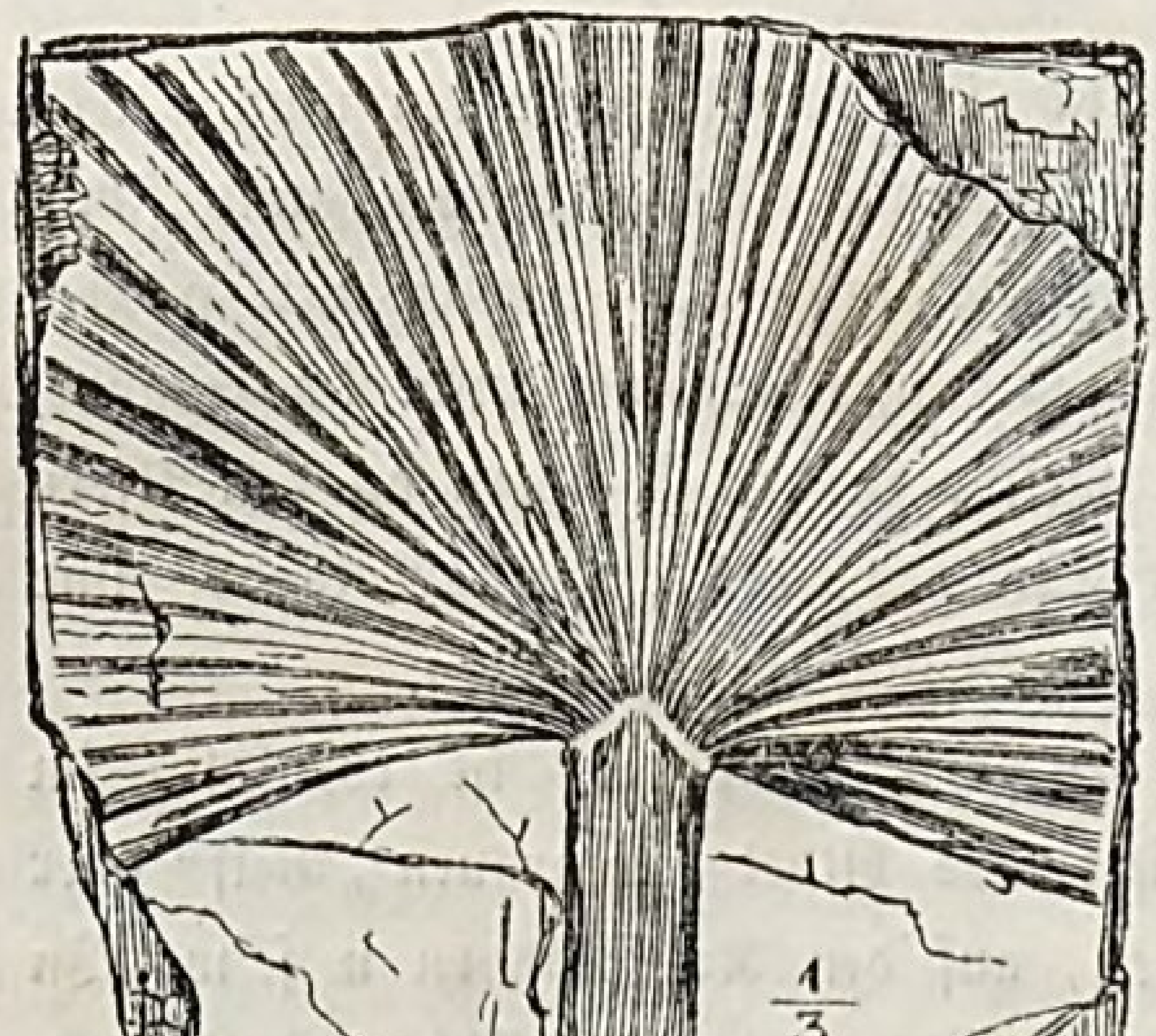


Fig. 247. Palmacites Lamanonis aus der Molassenformation.

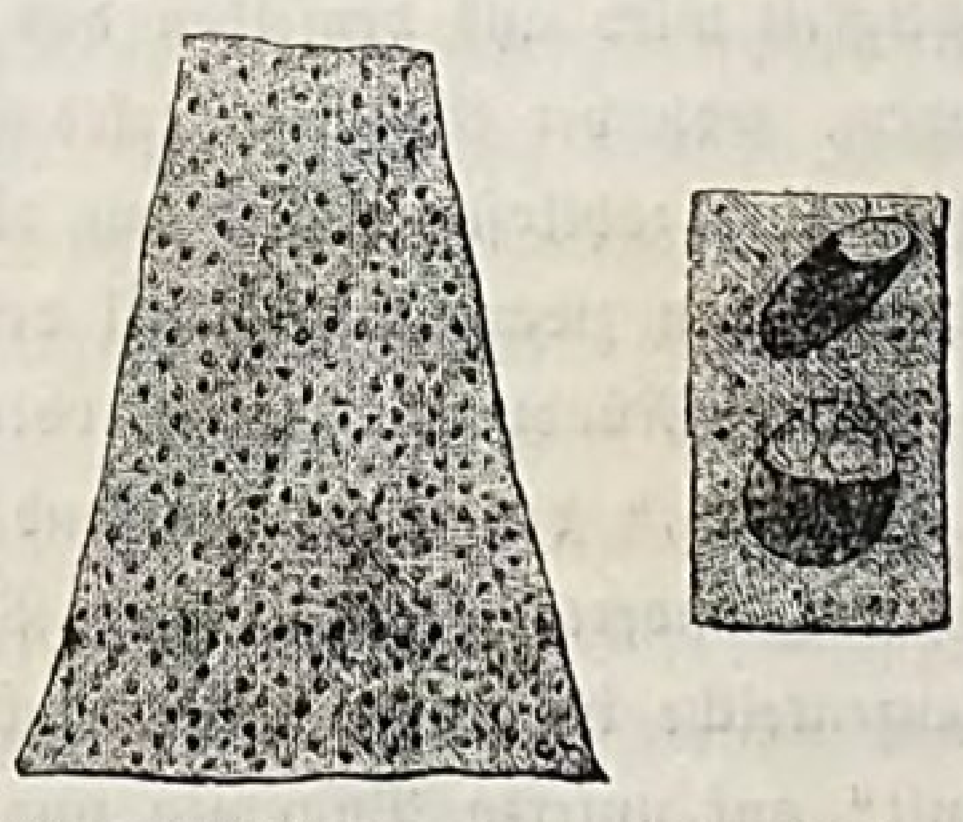


Fig. 248. Fossiles Palmenholz, mit deutlich bemerkbaren Gefäßbündeln aus der Molassenformation (die daneben stehende Abbildung zeigt einige Gefäßbündel vergrößert).

groß und die Verhältnisse des Vorkommens sind manchmal so beschaffen, daß man kaum Bedenken tragen kann, zu behaupten, es seien in Böhmen, in der Schweiz, in Frankreich und England wirklich einst Palmen einheimisch gewesen. Es hat dieses auch kaum viel Auffälliges. Noch jetzt finden sich bei Genua und Nizza ganze Gebüsche der Zwergpalme, und auch die Dattelpalme kommt, wenn gleich nur angepflanzt, dort im Freien vor. Zu den Zeiten der Tertiärbildungen war das jetzige Europa und ein großer Theil Afrika's noch kein Continent, sondern eine Menge von Inseln ragten aus dem weit ausgedehnten Meere hervor. Jedenfalls mußten die klimatischen Verhältnisse demzufolge einigermaßen günstiger sein. Auch bei der jetzigen Verbreitung bemerkt man deutlich genug, daß in einem Inselklima vorzugsweise die Palmen gedeihen. Besonders ist es die ostindisch-australische Inselwelt, auf welcher sie in den majestätischesten Formen und mit der größten Mannigfaltigkeit der Arten auftreten. Die Hauptzone der Palmenvegetation hält sich innerhalb der zehnten Breitenkreise nördlich und südlich vom Aequator; doch verbreiten sie sich nordwärts in Amerika bis zum 35°, in Europa, wie wir gesehen haben, bis zum 44° 30′ und in Asien bis 34°, südwärts dagegen in Amerika bis zum 36°, in Neuseeland bis zum 38°. Es scheint, daß keine Palme gedeihen wolle, wo die mittlere Jahrestemperatur unter 15° Celf. herabfällt. In der heißen Zone selbst kann man verschiedene Höhenregionen der vertikalen Verbreitung der Palmen unterscheiden, indem die einen, wie die Kokospalme, die unmittelbare Seeküste lieben, während manche andere, wie die Andespalme, bis zu einer Höhe von 8000 Fuß aufsteigen. Manche Arten bilden, gesellschaftlich beisammenstehend, ganze Wälder, während andere nur vereinzelt in Wäldern und Fluren erscheinen.

Dritte Ordnung.

Die Kolbengewächse oder Aroideen. Aroideæ.

Die Ordnung der Aroideen zeichnet sich durch die eigenthümliche Form des Blüthenstandes aus, welcher mit dem der Palmen nahe verwandt ist, während der Wuchs nur derjenigen dieser Pflanzen, welche zu der Familie der Schraubenbäume oder Pandaneen (Pandaneæ) gehören, und welche ganz allein auf die tropischen Gegenden beschränkt sind, einige Aehnlichkeit mit den Palmbäumen darbietet (Fig. 249). Die Aron- oder Zehrwurzgewächse (Fig. 251), welche nebst den Calla- und Drachenwurzgattungen die Familie der Callaceen (Callaceæ) bilden, sowie der Kalmus (Acorus calamus) unserer Flußufer, welcher zur kleinen Familie der Orontiaceen (Orontiaceæ) gehört, und die Liesch- oder Rohrkolbe (Fig. 258) und die Igelkolben (Sparganium) unserer Teiche und Sumpfgräben, welche die eben so kleine Familie der Typhaceen (Typhaceæ) ausmachen, haben sämmtlich eine gänzlich abweichende Tracht. Dieselben besitzen nämlich im Boden kriechende Stämme (Rhizome), aus welchen alljährlich krautartige Zweigsprosse mit mehr oder minder schilfartigen Blättern hervorschießen. Der Gipfel dieser Zweigsprosse ist die Axe des Blüthenstandes, des sogenannten Kolben (Fig. 250), welcher letztere dadurch entsteht, daß eine sehr große Menge von Blüthen fast ganz oder völlig ohne besondere Blüthenstielchen an der Axe des Blüthenstandes spiralig und dicht



Fig. 249. Der wohlriechende Schraubenbaum (Pandanus odoratissimus) neben der Kokospalme.

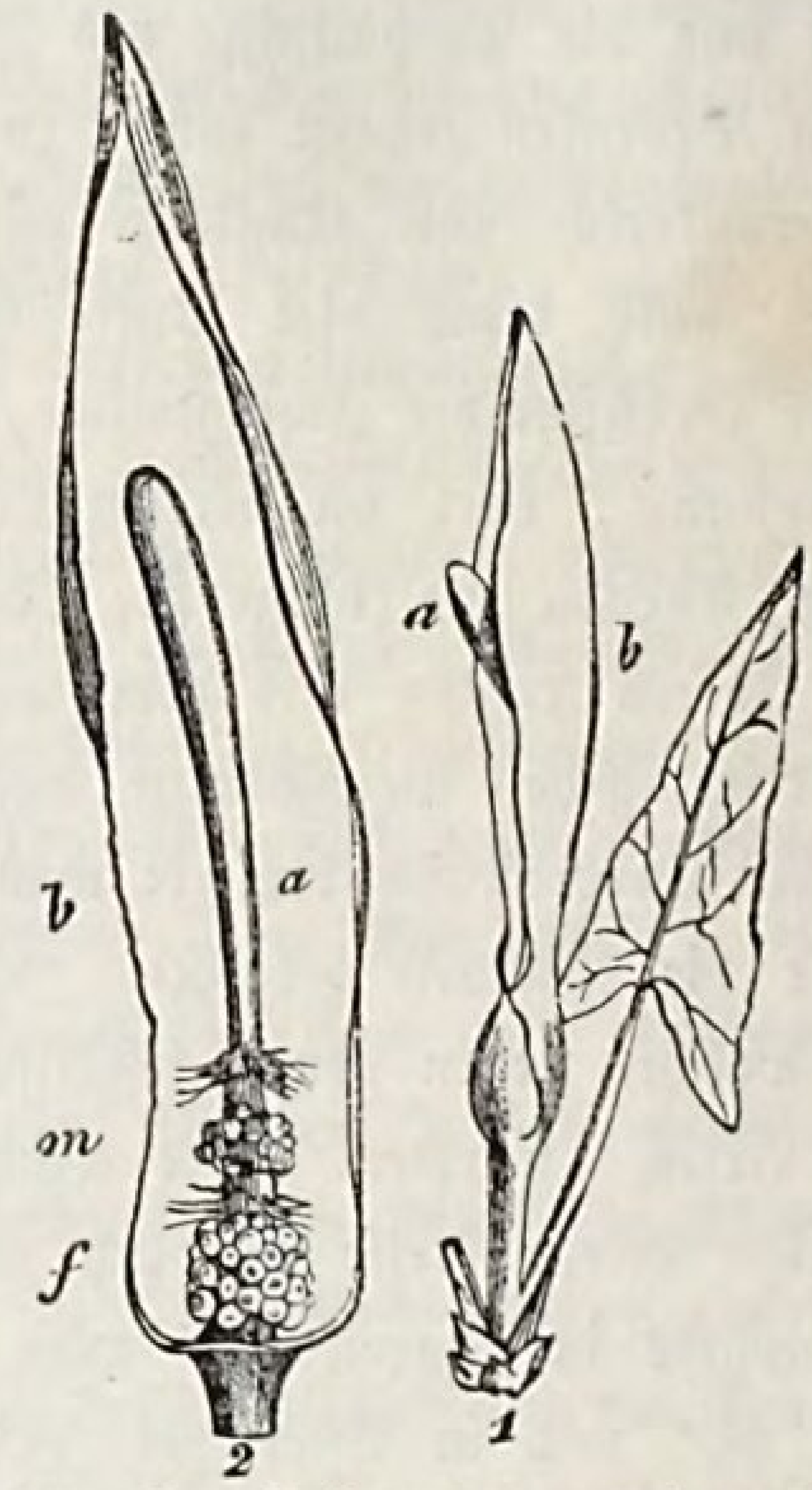


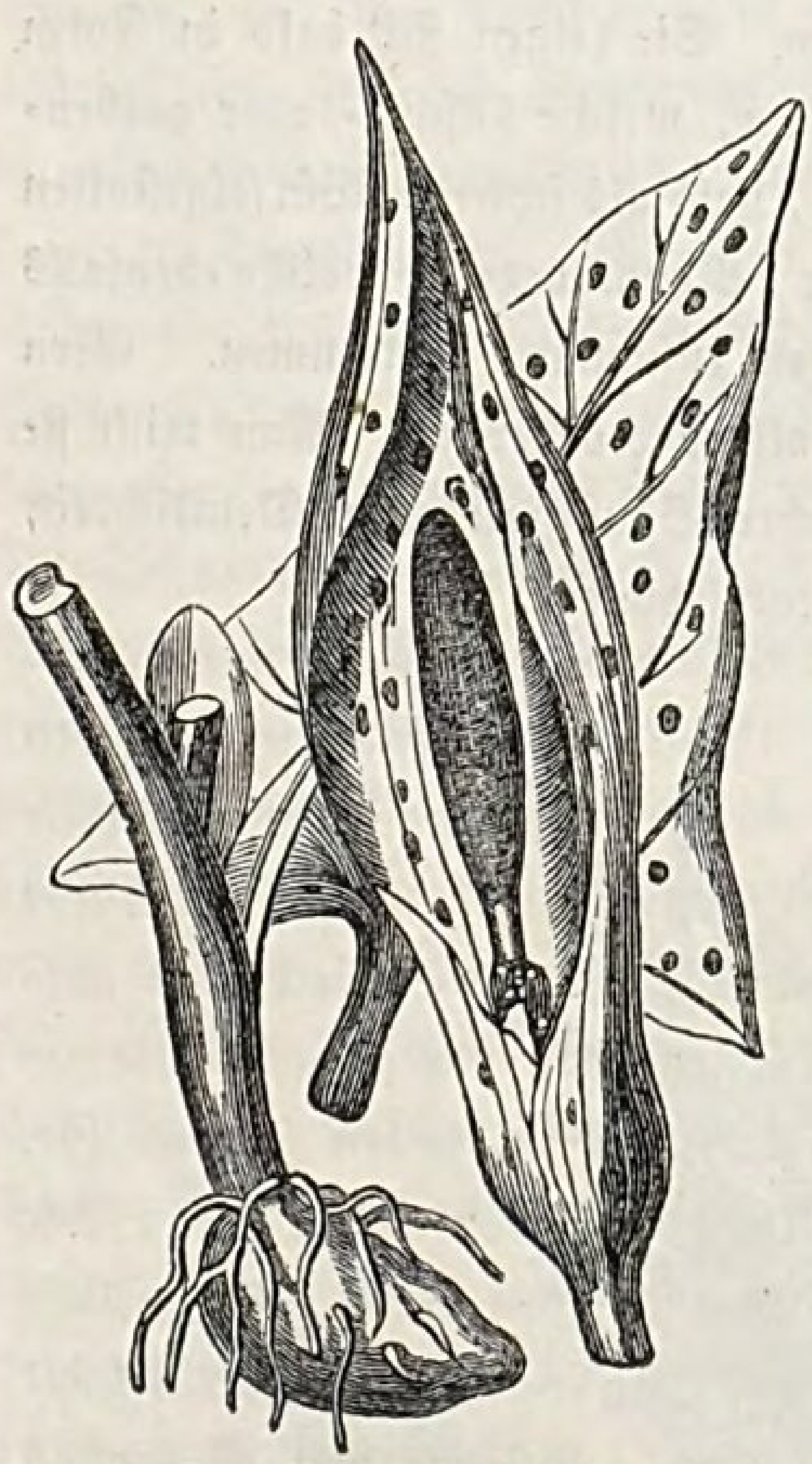
Fig. 250. Der Kolben des gemeinen Aron (Arum vulgare). *

* 1 Der obere Theil der Pflanze mit einem pfeilförmigen Blatte und der Scheide *b*, welche den Kolben *a* umhüllt. — 2 Die Scheide, etwas größer, mit abgeschnittenen Rändern, so daß man den Kolben darin sieht; *b* Scheide; *a* Kolbenaxe, an welchem unten eine Gruppe von männlichen Blüthen, *m*, und von weiblichen, *f*, sich befindet.

gedrängt angeordnet stehen. Bei den Callaceen ragt die Axe keulenförmig verdickt noch ziemlich lang über die Blüthengruppen hinaus (a). Ein mächtig entwickeltes, tutenförmig zusammengerolltes Blatt, welches zunächst unter dem Kolben entspringt, umhüllt diesen ganz ähnlich, wie die Scheide den Blüthenstand der Palmen. Dasselbe ist offenbar nur ein etwas eigenthümlich geformtes Laubblatt, doch nimmt es bei den Callaceen auf seiner inneren, und in der Blüthezeit selbst auch wohl auf der äußeren Seite eine weiße Färbung an, wie ein Blumenblatt. Bei den Typhaceen wird die Scheide früh zurückgedrängt und selbst abgeworfen; bei den Orontiaceen ragt der Kolben wenigstens in der Blüthezeit frei aus derselben hervor. Die Blüthen dieser sämmtlichen Pflanzen bestehen fast nur aus den Fortpflanzungsorganen, indem die Blumenblätter auf sechs sehr kleine Spitzchen oder gar auf haarförmige Vorsten zusammengeschwunden sind. Bei den Callaceen sind obendrein die einen Blüthen, welche eine obere Gruppe um die Kolbenaxe bilden, nur männlich, die darunter stehenden nur weiblich. Die Blüthenstände dieser Familie geben Gelegenheit zu einer interessanten Beobachtung. Die eigenthümliche Athmungsweise der Blüthenorgane, welche bei fast allen Pflanzen in dem Mangel der grünen Farbe sich so bestimmt verräth, und welche mit der Athmungsweise der Thiere eine auffallende Uebereinstimmung zeigt, darf uns vermuthen lassen, daß eine gewisse Wärmeentwicklung, wie gering dieselbe auch immer sei, mit derselben verbunden sein möchte. Bei den meisten Pflanzen ist diese Wärmeentwicklung so unbedeutend, daß wir weder dieselbe empfinden, noch auch durch unsere Instrumente einen Nachweis derselben erhalten können. Allein bei den Callaceen verhält sich dieses anders. Hier ist die Wärmeentwicklung in Folge einer außerordentlich starken Aufnahme von Sauerstoff und Bildung von Kohlensäure sehr bemerkbar. Die Blüthen einiger Pflanzen dieser

Familie nehmen im Verlaufe einer Tageszeit das Doppelte, ja das Dreifache ihres Gewichtes an Sauerstoff in Anspruch und fühlen sich in Folge dessen merklich warm an, ja der Kolben bringt in der die Wärme zusammenhaltenden Scheidenhülle das Thermometer bedeutend zum Steigen, bei Caladium odorum, welche mit der als Zimmerzierpflanze sehr verbreiteten Calla (Calla s. Colocasia aethiopica) sehr nahe verwandt ist, übertrifft diese Wärmezunahme die Temperatur der umgebenden Atmosphäre bis um 25° Cels.

Die als schöne zinnoberrothe Beeren den Kolben umgebenden Früchte der Callaceen bestehen aus dem Karpelle und dem darin eingeschlossenen Samen. Dieser Samen ist von einem saftreichen Brei umhüllt, wie man solchen in manchen Früchten antrifft und mit dem Namen Fruchtbrei zu bezeichnen pflegt. Hier hat dieser Fruchtbrei eine ganz eigenthümliche Entstehung. Während der Entwicklung des Samens beobachtet man nämlich eine starke Zellenvermehrung in dem leitenden Gewebe, welches den Griffelkanal auskleidet, und diese Zellenvermehrung geht so weit, daß die neugebildeten, sehr zarten Zellen in das Innere der Fruchtknotenhöhlung hineingedrängt werden. Sie füllen diese völlig aus und lösen sich später theilweise wieder auf, wodurch die breiartige Saftigkeit ihrer ganzen Masse bewirkt wird. Wir werden bei anderen Pflanzen Gelegenheit haben, eine gänzlich verschiedene Entstehung eines übrigens ganz ähnlichen Fruchtbreies kennen zu lernen (Johannisbeeren und Granatäpfel — Orangen, Citronen), und wir benutzen diesen hier angeführten besondern Fall, um darauf aufmerksam zu machen, wie verschiedenartig entstandene und folglich unter ganz verschiedene Gesichtspunkte fallende Erscheinungen so große Aehnlichkeit besitzen können, und wie dieselben daher nicht nach äußeren Aehnlichkeiten, sondern nach ihrer Entwicklungsgeschichte beurtheilt werden müssen.


Fig. 251. Der giftige gefleckte Aron (Arum maculatum). Knolliges Rhizom, Zweigsproß, Blatt und Blüthenkolben.

In den kriechenden, mitunter knollenartigen Stämmen mancher Pflanzen dieser Ordnung sammelt sich eine solche Menge von Stärkemehl, daß dieselben zu wichtigen Nahrungsmitteln werden; doch zeichnet sich keine der einheimischen Arten dadurch aus. Dagegen enthalten auch die bei uns einheimischen Aroideen scharfe Giftsäfte (Fig. 251). Der aus dem Oriente zu uns gekommene, jetzt aber im mittleren Europa überall verwilderte Kalmus ist ganz durchdrungen mit einem sehr aromatisch bittern Stoffe, durch welchen diese Pflanze, besonders das Rhizom derselben, als arzneiliches Hausmittel in allgemeinen Gebrauch gekommen ist.

Bei den Callaceen hat man häufig die beste Gelegenheit, eine Erscheinung (Fig. 252—254) zu beobachten, welche im Pflanzenreiche sehr verbreitet ist und welcher früher durch irrige Ansichten über dieselbe, großes Gewicht beigelegt wurde. Da, wie wir wissen, von den in den Säften der Pflanzen aufgelösten Substanzen manche allmählig

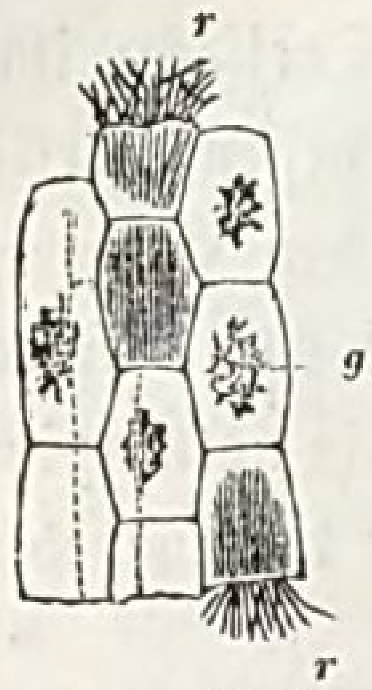


Fig. 252. Einige Zellen aus dem Zellgewebe des gemeinen Aron (**Arum vulgare**). *

* *g* Chlorophyllkörnchen; *rr* Rhaphiden.

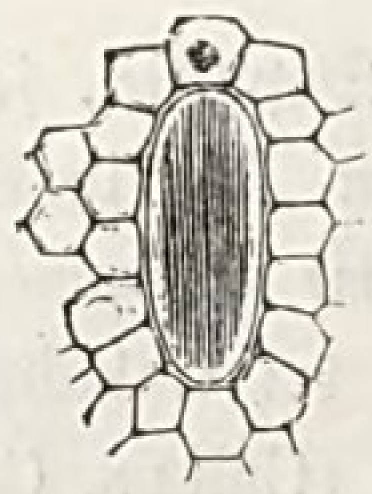


Fig. 253. Eine andere Zellengruppe von derselben Pflanze. In einer auffallend großen Zelle liegt ein Bündel von Rhaphiden.



Fig. 254. Eine Zellengruppe von der duftenden Calla (**Colocasia odora**). *

* *gg* Chlorophyllkörnchen; die mit solchen gefüllten Zellen umschließen eine kleine Höhlung, in welche vier andere mit Rhaphiden gefüllte Zellen, *r*, hineinragen.

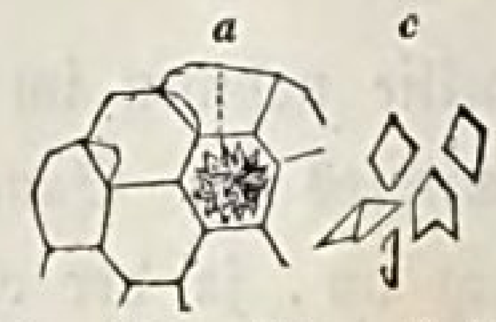


Fig. 255. Eine Zellengruppe aus der Runkelrübe (**Beta vulgaris**). *

* *a* Eine Gruppe von Krystallen in einer Zelle; *c* einige Krystalle abgesondert.

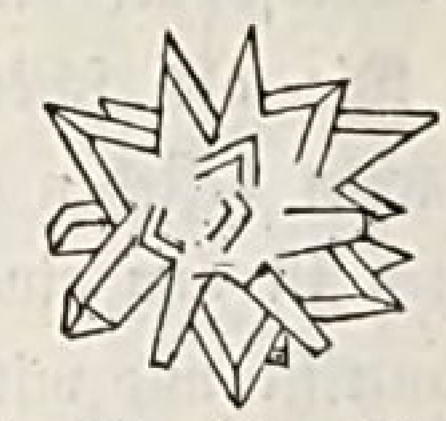


Fig. 256. Eine Krystallgruppe aus einer Zelle des Blattstieles einer Rhabarberpflanze (**Rheum undulatum**).

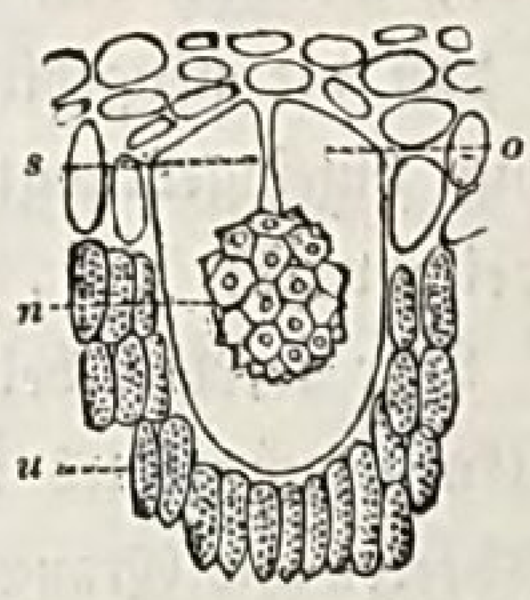


Fig. 257. Durchschnittsstück des Zellgewebes eines Gummifeigenbaumes (**Ficus elastica**). *

* *u* Zellen mit Chlorophyllkörnchen; *o* eine große Zelle ohne Chlorophyll; *s* ein in dieselbe hineinragender Körper; *n* Krystallgruppe.

in den Zellen derselben sich ablagern, und da unter diesen Substanzen theils mineralische, unorganische, theils unter dem Einflusse der Lebensprozesse der Pflanze gebildete, organische, theils endlich durch eine Vereinigung von beiderlei solchen entstandene Mischungen sind, welche, wenn sie aus Auflösungen abgeschieden werden, regelmäßige Gestaltungen annehmen, Gestaltungen, welche aus ihren physikalischen Eigenthümlichkeiten hervorgehen und somit den Organismus der Pflanze nichts angehen, so können wir uns nicht wundern, in den Zellen der Pflanzen mitunter dergleichen regelmäßige Gestaltungen anzutreffen (Fig. 255—257). Man nennt solche Krystalle. Dieselben bestehen bald aus Kalkerde, bald aus Kali u. s. w. mit Kohlensäure, Oxalsäure, Apfelsäure, oder mit irgend einer andern Pflanzensäure verbunden. Sie zeigen sich bald in Form zarter vierkantiger Nadelchen, sogenannter Rhaphiden, welche büschel- oder garbenweise zusammenliegen und manche Zellen ganz erfüllen, bald als schiefen Würfelgestalten ähnliche Körperchen mit Rautenflächen (Rautenflächner, Rhomboeder), welche ebenfalls einzeln oder zu zweien, dreien oder ganzen Häufchen zusammen vorkommen. Gern hängen sich dieselben an andere in den Zellen enthaltene Körper an. Man trifft sie in fast allen Pflanzen, nur nicht überall mit gleicher Häufigkeit und Deutlichkeit, übrigens sowohl bei Monocotyledoneen, als bei Dicotyledoneen.

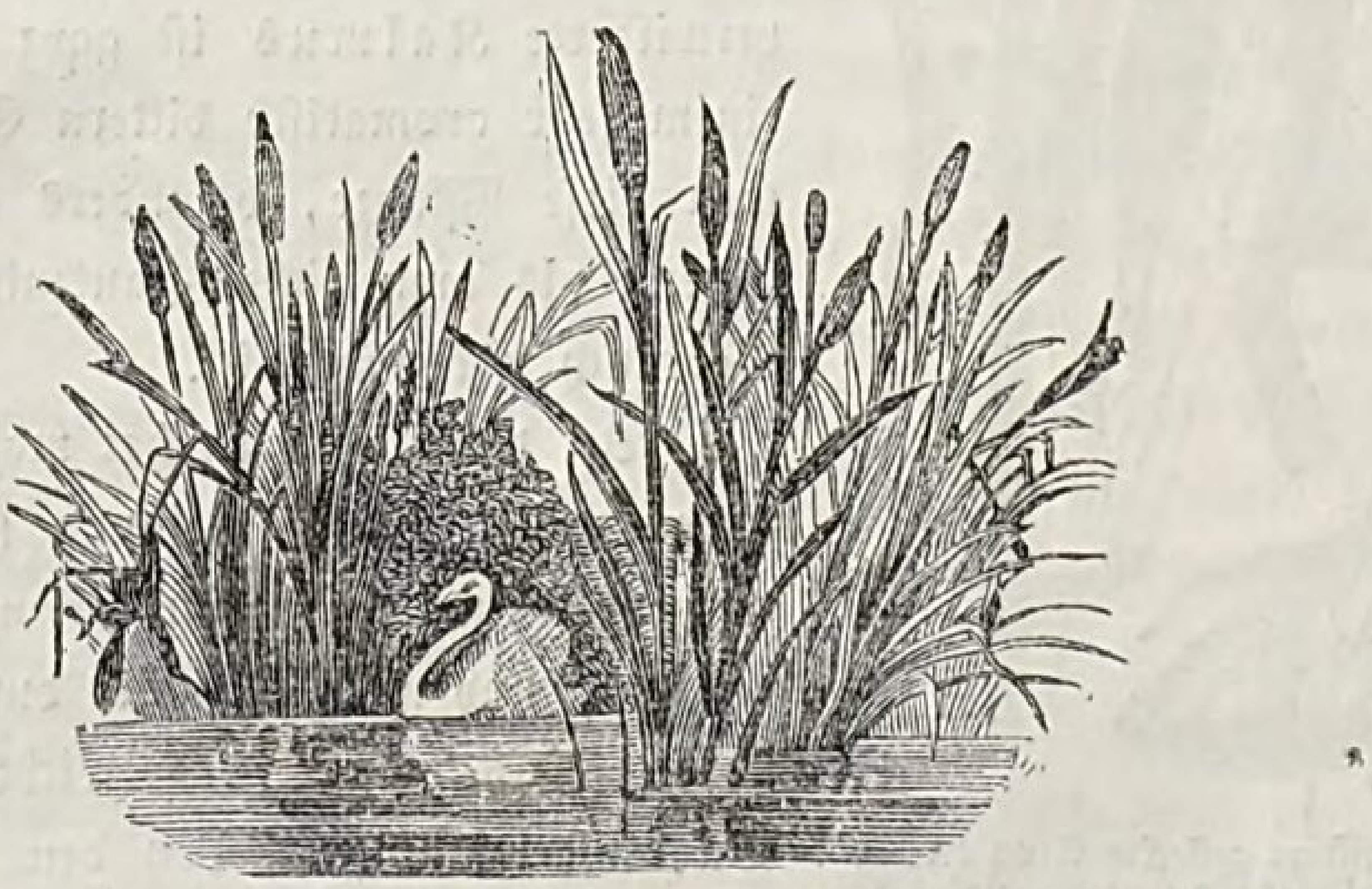


Fig. 258. Die Sumpfrohrkolbe (**Typha latifolia**).

Vierte Ordnung.

Die Sumpflilien. Helobiæ.

Wasserliebende Pflanzen sind es, welche die Ordnung der Sumpflilien bilden: die Blumenbinse (Butomus umbellatus) mit ihrem kalmusähnlichen, bittern Rhizomstamme, ihren schilfartigen, dreikantigen, linealförmigen Blättern und ihrer Dolde rosenfarbiger sechsblätteriger Blumen, eine Zierde stehender Gewässer, die einzige europäische Pflanze aus der Familie der Wasserliesche (Butomeæ); die Froschlöffelgattungen (Alisma) mit spatelig herzförmigen Blättern und dem quirlig rispenförmig verzweigten Blüthenstande, und das schöne Pfeilkraut mit seinen Pfeilblättern, beide Mitglieder der Familie der Alismaceen (Alismaceæ); die Salzbinsen (Triglochin) mit grasartigen Blättern, aus der Familie der Juncagineen (Juncagineæ); eine Anzahl südamerikanischer Gewächse, welche die in Europa gar nicht vertretene, nur tropische Familie der Podostemeen (Podostemeæ) bilden; die Fluthkräuter (Potamogeton) unserer Flüsse und das gemeine „Seegras", oder Wasserriemenkraut (Zostera marina) aus der Familie der Najadeen (Najadeæ), welche ein ganz untergetauchtes Wasserleben führen; endlich die den Riccien ähnelnden Wasserlinsen (Lemna), welche die Teiche mit grünem Ueberzuge bedecken, und welche die kleine Familie der Lemnaceen (Lemnaceæ) ausmachen. Diese Ordnung, welche im Ganzen nicht ausgezeichnet wichtige Gewächse enthält, bietet Stoff zu einigen nicht uninteressanten Betrachtungen.

Die ganz unter Wasser getaucht wachsenden Pflanzen bedürfen, begreiflicher Weise, mancher Organe nicht, deren Vermittlung bei den in der Luft wachsenden und nur mit den Wurzeln aus dem feuchten Boden Nahrung einsaugenden unentbehrlich ist, um die Nahrungssäfte in alle Theile des Gewächses zu führen und dieselben hier zu verarbeiten. Dieselben kehren daher einigermaßen zu der Einfachheit der Tange zurück. Es fehlt ihnen eine deutliche Oberhautzellenschicht gänzlich. Untersucht man die Adern ihrer Blätter, welche man für Gefäß- oder wenigstens Prosenchymbündel halten zu dürfen glaubt, so findet man, daß nur einigermaßen langgestreckte Zellen vorhanden sind. Auf einem Durchschnitte (Fig. 259) bemerkt man einige Schichten parenchymatisch verbundener Zellen, reichlich mit Chlorophyllkörnchen erfüllt, und während von Interzellulargängen und Lufthöhlungen, welche mit Stomaten in Verbindung ständen, nichts vorhanden ist, zeigen sich an den dickeren Stellen im Zellgewebe Hohlräume, welche durchaus nur mit den Blasen des Blasentanges verglichen werden dürfen, indem sie in keiner Beziehung zu einem Athmungsprozesse stehen, sondern nur zur Erleichterung zu dienen, somit Schwimmhöhlen zu sein scheinen. Alle Zellen stehen fast unmittelbar mit der umgebenden nährenden Flüssigkeit in Verbindung, und nur durch diese allein kann aller Stoff-

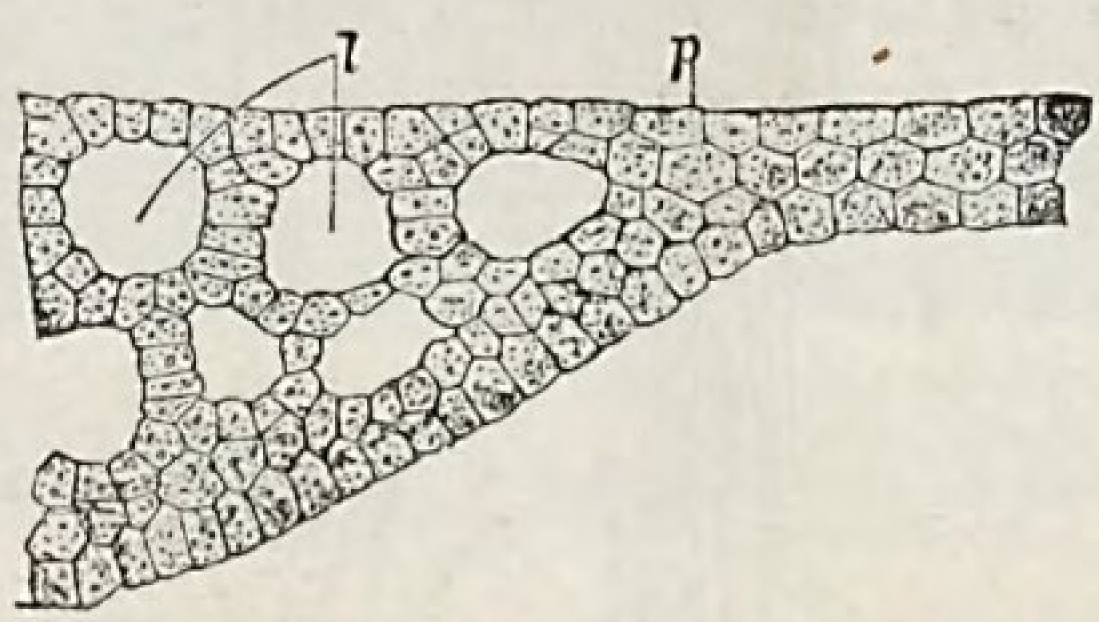


Fig. 259. Senkrechter Durchschnitt eines Blattes des herzblätterigen Fluthkrautes (Potamogeton perfoliatus).*

* *p* Parenchymzellen; *l* Schwimmhöhlen.

wechsel in ihnen vermittelt werden. Bei denjenigen Pflanzen, deren Blätter nur auf dem Wasser schwimmen, ist die obere, der Luft ausgesetzte Fläche des Laubes mit vollkommener Epidermis und mit Stomaten versehen; bei den frei aus dem Wasser emporwachsenden ist dieses vollends auf beiden Blattflächen der Fall, wie denn z. B. der gemeine Froschlöffel oder Wasserwegerich (Alisma plantago) auf der oberen Blattfläche, auf dem Raume eines einzigen Quadratzolles, 12,000, auf der unteren Fläche 6000 solcher Oeffnungen besitzt. — Dieselbe Pflanze ist sehr geeignet, Beobachtungen über eine besondere Art von Gefäßen zu machen, welche freilich bei den vollkommeneren Pflanzen sehr allgemein vorzukommen scheinen, und welche durch ihren Inhalt eine große Wichtigkeit sowohl in wissenschaftlicher Beziehung, als auch für den praktischen Nutzen haben, während dieselben gleichwohl nur bei sehr wenigen Gewächsen gut beobachtet werden können, und bei der Schwierigkeit ihrer weiteren Verfolgung einstweilen noch völlig räthselhaft geblieben sind. Es sind dieses die sogenannten eigentlichen oder saftführenden Gefäße oder Milchsaftgefäße (vasa laticis). Diese Gefäße sind Röhren, welche ohne Zweifel, wie die luftführenden Gefäße aus Zellen, durch die Auflösung der sich berührenden Punkte ihrer Wandungen entstanden sind. Jedoch haben sie nicht einen so einfachen und gleichmäßigen Verlauf, sondern sind vielfach unregelmäßig gebogen (Fig. 260), und dabei nicht selten gabelig fortgesetzt (Fig. 261), ja mit andern ähnlichen Gefäßen durch Querkanäle in Verbindung. So bildet ihr Ganzes oft eine Art von Netzwerk (Fig. 262). Die Zellen, welche sie bildeten, sind oft noch sehr deutlich zu erkennen, und bald dünner und langgezogener, bald wieder kurz und angeschwollen. Uebrigens sind, wie es scheint, manche Saftkanäle für solche Gefäße angesprochen worden, welche keine eigenthümliche Wandung besitzen, sondern Interzellulargänge sind. Es befindet sich in den Milchsaftgefäßen ein bald farbloser und dann sehr schwierig zu beobachtender, bald aber ein weiß und milchartig, oder gelb gefärbter Saft, der sogenannte Milchsaft. Ueber die Natur dieses Saftes und seine Beziehungen zu dem Stoffwechsel der Pflanzen wissen wir gar nichts; wir kennen nur bei einigen Pflanzen einige besondere Bestandtheile desselben und wissen, daß bei sehr vielen Pflanzen, vielleicht bei allen, eine mehr oder minder große Menge von Körnchen

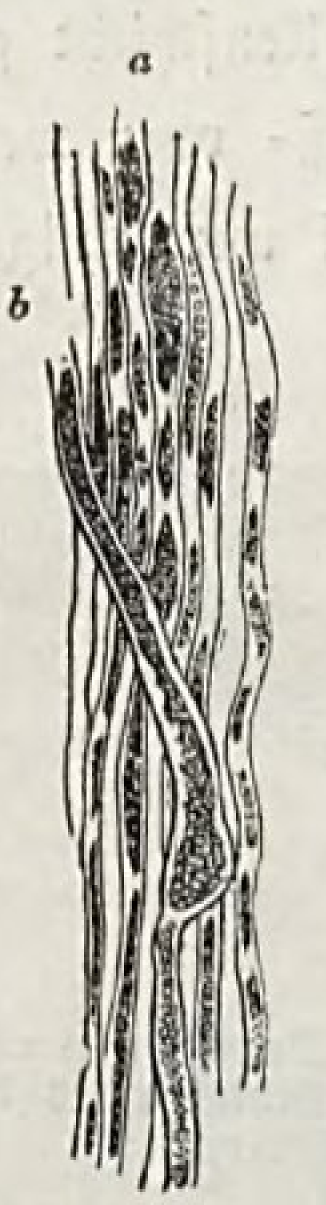


Fig. 260. Ein Bündel ziemlich parallelläufiger, theilweise angeschwollener Milchsaftgefäße einer dicotyledonischen Pflanze, dem gemeinen Schwalbenwurz- oder Schöllkraut (Chelidonium majus), mit orangegelbem Milchsafte gefüllt, vergrößert.

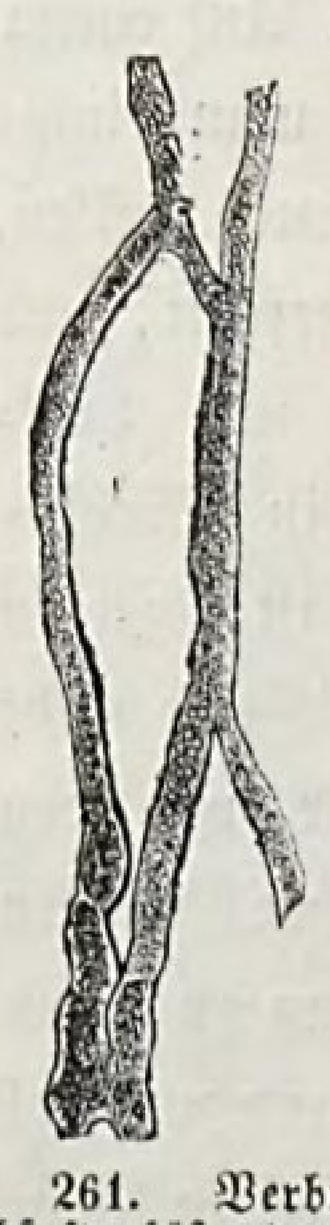


Fig. 261. Verbundene Milchsaftgefäße der nämlichen Pflanze; vergrößert.



Fig. 262. Netzartig verbundene Milchsaftgefäße einer Wolfsmilchpflanze (Euphorbia dulcis), mit weißem Milchsafte gefüllt; vergrößert.

einer besondern Substanz, des Kautschuk oder Federharzes, in demselben schwimmt, sowie daß derselbe eine Menge ganz eigenthümlicher und bei den verschiedenen Pflanzengeschlechtern sehr verschiedener, „brennend“ und „ätzend“ wirkender (Schöllkraut, Wolfsmilch) und oft furchtbar giftiger Mischungen enthält. Beim Wasserwegerich bewirkt ein solcher Milchsaft die Eigenschaft der Blätter, Blasen auf der Haut zu ziehen und für das Vieh ein tödtliches Gift zu sein. Ob dieser Milchsaft ein Aussonderungsprodukt der die Milchsaftgefäße begrenzenden Zellen, ob derselbe zur Verbreitung gewisser zubereiteter Substanzen in den Organen der Pflanze oder aber zur Fortschaffung solcher bestimmt sei, endlich, auf welche Weise solche Bestimmung erreicht werde — über alle diese Fragen müssen wir uns noch jede Vermuthung versagen. Man hat eine gewisse Aehnlichkeit zwischen den Milchsaftgefäßen der Pflanzen und den Adern der Thiere finden und demnach den Milchsaft mit dem Blute derselben vergleichen wollen; man hat voreilig die Ansicht aufgestellt, daß ein zusammenhangendes System von Milchsaftgefäßen durch alle Theile der Pflanze verbreitet sei, während man doch nur im Stande war, an ganz vereinzelten Schnitten Beobachtungen zu machen; man hat glauben wollen, der Milchsaft cirkulire in diesem Systeme auf regelmäßige Weise. Allein solche Vermuthungen sind wissenschaftlich ohne Werth, so lange dieselben unerwiesen bleiben. Eine gewisse Bewegung des durch viele Körnchen getrübten Milchsaftes hat man allerdings bei einigen Pflanzen beobachtet, allein meistens nur an abgeschnittenen Stücken von Blättern oder Stengeln, bei welchen durch den Schnitt selbst ein Ausfluß des Saftes und daher eine Bewegung hervorgebracht werden mußte. Wo aber an unversehrten Pflanzentheilen Bewegungen beobachtet wurden (Fig. 263), wie solches eben bei den Blättern des Wasserwegerichs, dessen Milchsaft übrigens farblos erscheint, besonders leicht ist, da nimmt man allerdings ein bald langsameres, bald schnelleres Strömen wahr, jedoch bald in der einen, bald in der andern Richtung und mit häufigen langen Stillstandsperioden. — Wie Vieles wir noch bei den Pflanzen zu entdecken übrig haben, das erkennt man am Besten aus unserer völligen Unkenntniß der Natur und Bedeutung eines so wesentlichen und wichtigen Theiles ihrer Organisation, wie die Milchsaftgefäße! — Die Blätter des Pfeilkrautes liefern einen interessanten Beitrag zur Metamorphose der Pflanzenorgane. Dasselbe trägt an seinem Stengel Blätter mit langem, aufrechtem Blattstiele und großem pfeilspitzenförmigem Saume, während die unteren Blätter, welche flach auf dem Wasser liegen, sich in lange und dünne Bänder ausstrecken, an welchen man Saum und Blattstiel nicht unterscheiden kann. Den Uebergang zwischen beiden Formen findet man ebenfalls, und es machen diese Verhältnisse begreiflich, daß man bei ähnlichen bandartigen Blättern vieler mono-

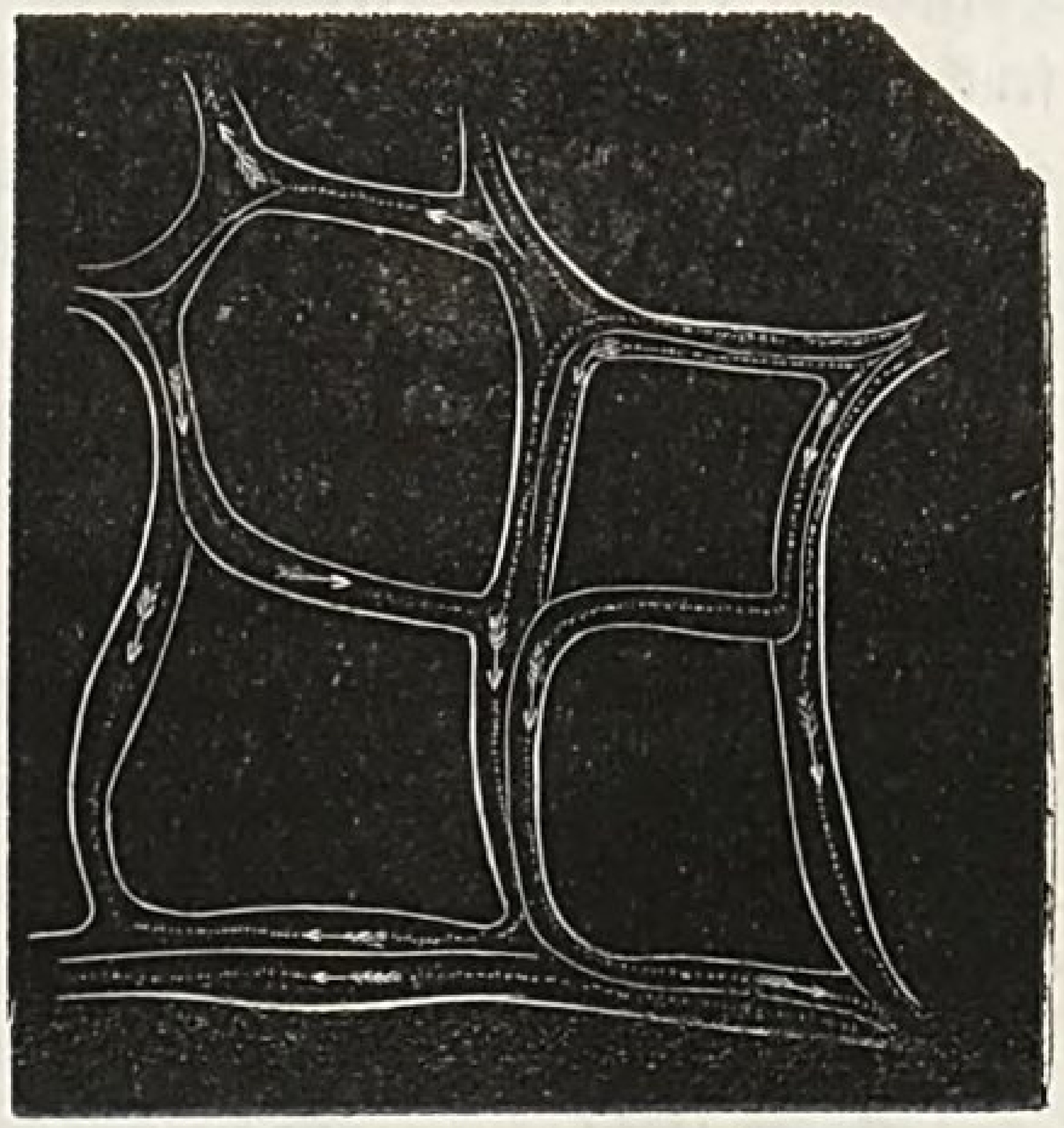


Fig. 263. Sehr vergrößerte Darstellung der Strömungen in einem Netze von Milchsaftgefäßen eines Blattes vom Schöllkraute (Chelidonium). Die Pfeile deuten die Richtung der Strömungen an.

cotyledonischen Pflanzen den einen Theil für den Blattstieltheil oder das Phyllodium, den andern, ganz unmittelbar mit jenem vereinigten, für das eigentliche Blatt zu halten haben kann. — Bei den Wasserlinsen ist die Einfachheit der Organe außerordentlich; man findet, anstatt Stengeln und Blättern, nur einen linsenförmigen Körper, aus dessen Rande unmittelbar die Blüthen hervortreten. — Bei diesen Pflänzchen hat man Gelegenheit, die fortwährende Abstoßung von Zellen, welche an den Wurzelfaserchen der Pflanzen stattfindet, zu beobachten, denn da solche hier in ganz unverletztem Zustande betrachtet werden können, weil man nicht nöthig hat, sie, wie bei anderen Gewächsen, zuvor von dem umgebenden Erdreiche zu befreien und dadurch der Gefahr von Verletzungen auszusetzen, so sieht man hier an den Wurzelspitzchen fast immer ein deutliches Häufchen von abgestoßenen Zellen angesammelt, welches man Wurzelschwämmchen genannt hat, und dessen hie und da auch bei den Wurzeln anderer Pflanzen gefundenes Vorkommen zu der Idee Veranlassung gab, daß die Aufsaugung der Wurzeln vermittelt werde durch schwammig poröse Organe, welche man so benannte.

Die Blüthen der Najadeen und Lemnaceen sind äußerst unscheinbar, indem ihnen Perigonblätter fast ganz, einigen völlig fehlen, und nur die meistens sehr geringen Staubfäden und Fruchtknoten in verschiedener Zahl ausgebildet sind. Bei den ganz untergetauchten Pflanzen, welche eines vollkommenen Blüthenperigons entbehren, strecken sich die Blüthenstände, wenigstens für die Zeit der Befruchtung, aus dem Wasser hervor, eine Erscheinung, welche ohne Zweifel in nothwendigem Zusammenhange steht mit besonderen, in dieser Periode eintretenden Vorgängen des Lebens der Pflanze. Ohne eine solche Einrichtung würde die Befruchtung nicht stattfinden können, indem die Pollenzellen, wenn solche dem Wasser ausgesetzt würden, durch die zu heftige Aufsaugung vor Erreichung ihres Zweckes zerplatzen müßten. Wenn aber Froschlöffelpflanzen durch hohen Wasserstand gezwungen sind, unter Wasser zu blühen, so bleibt das Perigon derselben geschlossen, und die von den Blüthenorganen ausgesonderte Luft sammelt sich als eine Blase innerhalb derselben an und macht somit die Befruchtung möglich, da sie das Wasser verdrängt. — Bei dem Wasserriemen und einigen verwandten Pflanzen zeigen die Pollenkörner eine sehr eigenthümliche Form, indem dieselben, röhrenartig verlängert, in einen fadenförmigen Körper auslaufen.

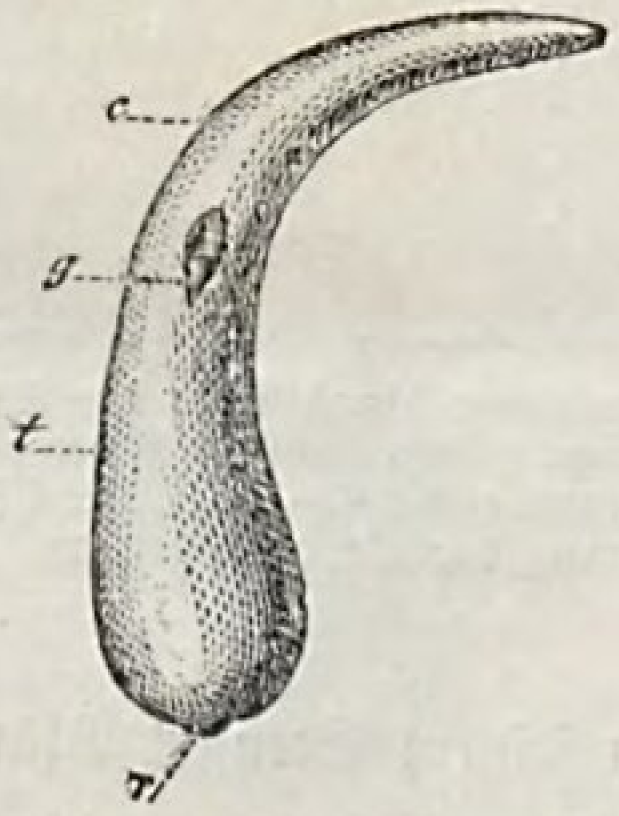


Fig. 264. Sehr vergrößerter Embryo des herzblätterigen Fluthkrautes (Potamogeton perfoliatum) aus dem endospermlosen Samen herausgenommen. *

* c Cotyledon; g Keimungsknöspchen; t Axenorgan (Stengelchen); r der Anfang des ersten Wurzelchens.

Ein Beispiel aus dieser Ordnung haben wir benutzt (Seite 753), um die Entwicklung des monocotyledonischen Embryo zu erläutern (Fig. 264). Ebenso diente uns (Seite 754) eine dem Wasserriemen nahe verwandte Zannichellia, um von der Keimung monocotyledonischer Gewächse (Fig. 265) ein Beispiel zu geben, wozu dieselbe sich vorzüglich eignet, weil bei allen Sumpflilien der Embryo mit sammt seinem ganzen Cotyledon sich von der Samendecke befreit, was keineswegs allgemein bei allen Monocotyledoneen stattfindet. Bei dieser Ordnung aber ist eine solche Keimungsweise in Uebereinstimmung mit dem Mangel eines Endospermes, indem bei ihnen der Embryo sich so sehr ausdehnt, daß der letz=

tere bei der Samenreife ganz allein die Samendecke ausfüllt.

Die Salzbinse (Triglochin maritimum) liefert uns den Beweis, daß die Pflanzen nicht bloß zufällig gewisse mineralische („unorganische") Substanzen mit ihrer Nahrungsfeuchtigkeit aufnehmen, sondern daß sie mancher derselben zu ihrem Gedeihen mit Nothwendigkeit bedürfen, sei es, daß sie nur bei Anwesenheit derselben die nöthige Festigkeit ihrer Gewebe erlangen, oder sei es, daß die Anwesenheit dieser Substanzen zu den chemischen Prozessen erforderlich ist, auf welchen ihre Lebensvorgänge beruhen. Die Salzbinse wächst theils am Meeresstrande, theils aber weit vom Meere entfernt im Inlande, hier aber stets nur an sehr vereinzelten Orten, an welche sie gleichsam gebannt erscheint. Es ist das Vorhandensein von Kochsalz im Boden, welches sie theils an die Ufer der salzigen Meerfluth, theils an die Umgebungen von Salzquellen fesselt. Man findet Kochsalz in dieser Pflanze stets in solcher Menge, daß man sie zur Sodabereitung benutzen kann.* Die Quantität ihres Kochsalzgehaltes bleibt sich stets gleich, auch wenn sie auf einem Boden wächst, in dessen Feuchtigkeit eine nicht anderweitig wahrnehmbare Spur von Salzgehalt vorhanden ist. So dient diese Pflanze gleichsam als ein Merkzeichen im Boden verborgenen Salzes und verschwemmter Salzquellen.

Der Wasserriemen (Zostera marina), das seiner langen, schmalbandförmigen und durch Dörrung sich zusammenkrollenden Blätter wegen zu Polsterungen so vielfach verwandte „Seegras," ist die einzige Samenpflanze, welche im Meere wächst. Auch sie ist reich an Kochsalz, außerdem an Jodnatrium. Mit Tangen untermengt, bildet sie die „Wiesen" auf dem Grunde des Meeres, jedoch nie in großen Tiefen, vielmehr vorzugsweise in der Nähe der Küsten. Bei den Zosteraceen und bei den Wasserlinsen, welche ihnen in der ganzen Tracht so außerordentlich entgegengesetzt erscheinen, besitzt der Embryo eine seltsame Eigenthümlichkeit, indem das Axenorgan desselben einen sehr beträchtlichen seitenständigen Auswuchs bildet (Fig. 265, a), welcher die Hauptmasse des Embryo ausmacht, und in Bezug auf Anhäufung von Nahrungssubstanzen für den Keim gleichsam die

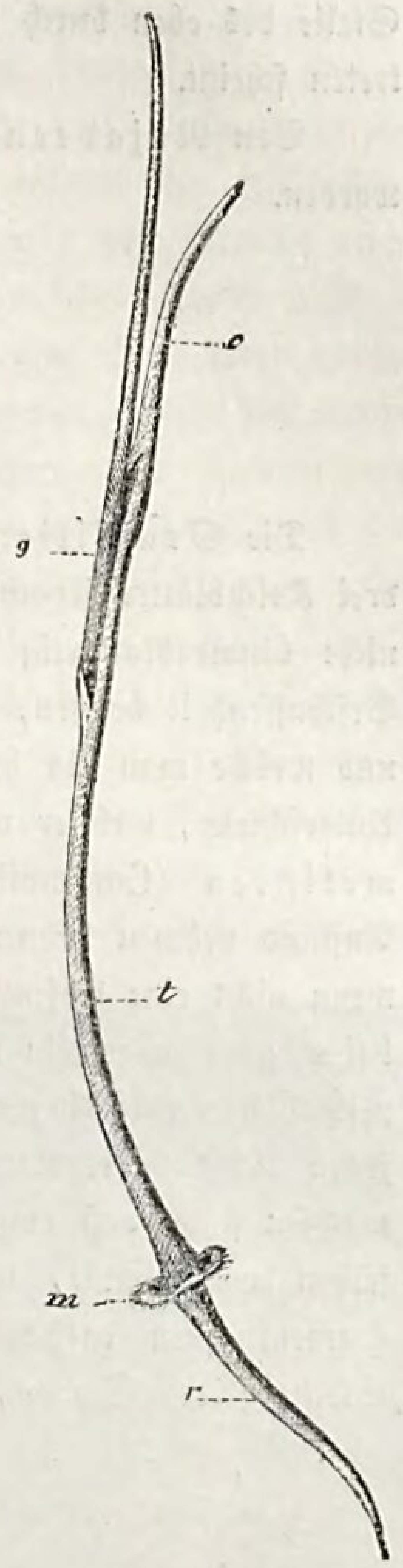


Fig. 265. Keimender Embryo der Sumpfzannichellia (Zannichellia palustris), vergrößert.*

* c Cotyledon; g Keimungsknöspchen, aus welchem schon das erste Blatt entsprungen ist; t Stengelchen; r Wurzel; m ein Läppchen von Zellgewebe, welches wie eine Art Scheide die Wurzel umgibt.



Fig. 265, a. Der Embryo einer Zosteracee, der Seeruppia (Ruppia maritima), vergrößert.*

* c Cotyledon; r Wurzelende; f Keimungsspalte, unter welcher das Keimungsknöspchen verborgen liegt; h der Auswuchs des Embryo.

* Kochsalz, Chlornatrium, verwandelt sich bei der Verbrennung der Pflanze durch Verflüchtigung des Chlors und Aufnahme von Sauerstoff und Kohlensäure in kohlensaures Natron oder Soda.

Stelle des eben durch seine Ausbildung hier völlig verdrängten Endosperms zu vertreten scheint.

Von Najadeen sind schon in der Kreideformation Spuren aufgefunden worden.

Fünfte Ordnung.

Die Graslilien. Juncinæ.

Die Graslilien sind charakterisirt durch ein liliaceenartiges Perigon, dessen drei Kelchblätter jedoch, wie dieses auch bei den Froschlöffelgewächsen der Fall ist, nicht blumenblattartig gefärbt, sondern grün erscheinen und dabei hier ganz die Beschaffenheit besitzen, welche wir bei den Knospendecken der Coniferen kennen lernten, und welche man als hornig-hautartig bezeichnen könnte. Nach diesem unwesentlichen Unterschiede, welcher noch obendrein bei einigen Arten aus der Familie der Commelineen (Commelineæ) gar nicht entschieden hervortritt, würde man kaum Anstand nehmen können, die Gewächse dieser Ordnung zu den Liliaceen zu stellen, wenn nicht eine wesentlichere Verschiedenheit sich dadurch ergäbe, daß bei den Graslilien ganz allgemein die Samenknospen entweder einzeln in den Achseln der Karpellarblätter entspringen, oder aber reihenweise an Samenträgern stehen, welche aus jenen Achseln hervortreten, welche aber mit den Karpellarblättern so völlig verwachsen sind, daß man sie höchstens als eine Art von Adern oder Rippen an denselben wahrnimmt, und daher sehr leicht zu der Meinung kommen kann, die Samenknospen entsprängen an den Karpellarblattrippen. Man nennt eine solche Stellung der Samen, bei welcher die Mittelaxe im Fruchtknoten gewöhnlich gar nicht verlängert ist, „wandständig," zum Unterschiede von der axenständigen der Liliaceen. Wir finden eine solche bei manchen Pflanzenfamilien, sowohl monocotyledonischen, als auch dicotyledonischen (Fig. 266), und da die Anordnung der Samenknospen bei jeder Pflanzenart stets sehr unveränderlich ist, und bei übrigens ähnlich organisirten Arten, Geschlechtern und selbst Familien ebenfalls übereinstimmend befunden wird, so bietet sich dieselbe als ein bequemes und sicheres Merkmal zur kurzen Charakteristik solcher Abtheilungen dar. Uebrigens sind mit der Eigenthümlichkeit der Samenstellung bei den Graslilien viele andere Eigenthümlichkeiten verbunden, welche die Pflanzen dieser Ordnung von den eigentlichen Liliengewächsen unterscheiden.

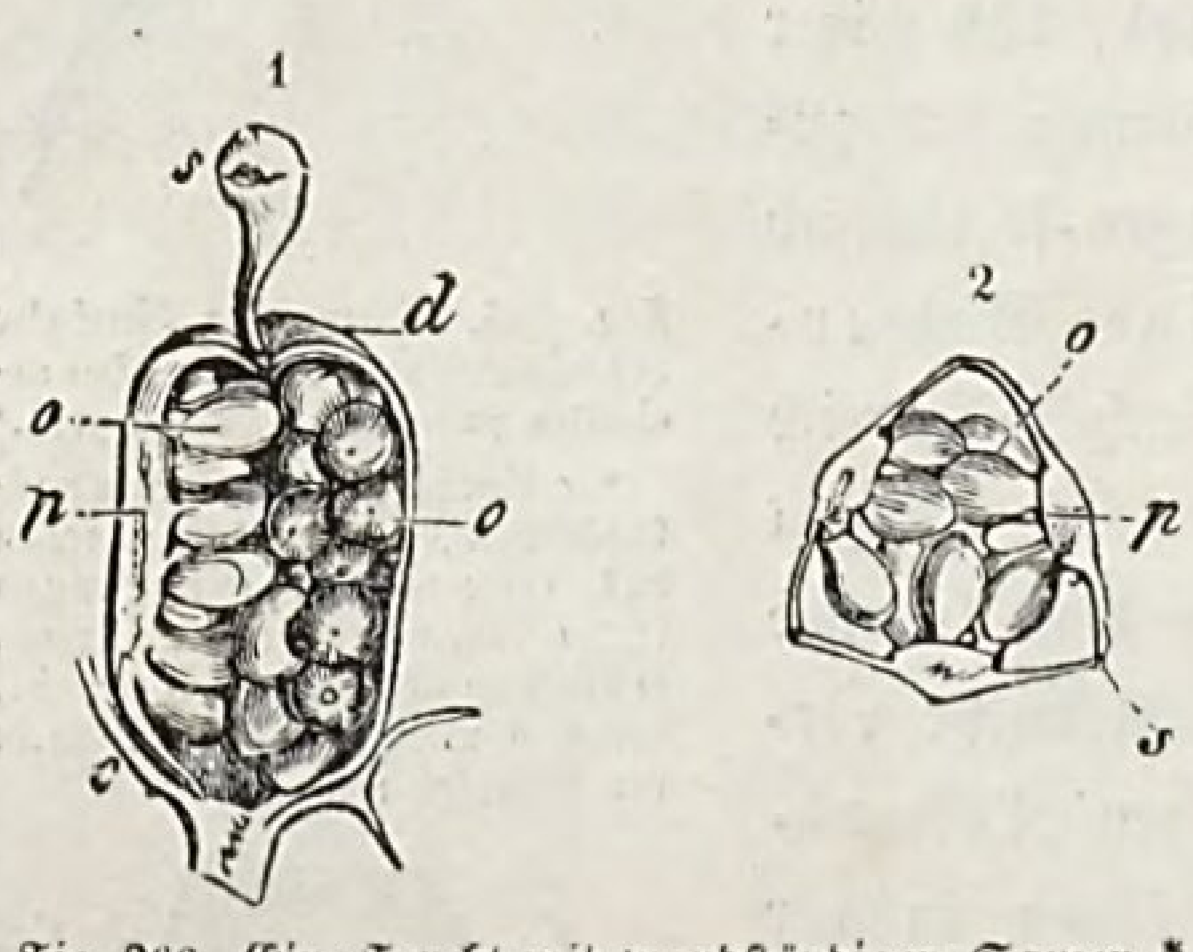


Fig. 266. Eine Frucht mit wandständigen Samen.*

* Als Beispiel der Wandständigkeit der Samen bedienen wir uns des Beispiels des dreifarbigen Veilchens oder Stiefmütterchens (Viola tricolor). — 1 Die kapselförmige, dreiklappige Frucht, senkrecht durchschnitten, sechsfach vergrößert; *s* die kopfförmige Narbe des Griffels; *d* die Fruchtknotenwandung; *p* Samenträger; *oo* Samen, theils an dem senkrecht geschnittenen Samenträger befestigt, theils an einer andern Klappe stehend und die Mikropyle zeigend; *c* die Kelchblätter, welche erhalten geblieben, während die Blumenblätter abgefallen sind. — 2 die nämliche Frucht im Horizontaldurchschnitt; *s* die nahtähnliche Zusammenfügung der Karpelle; *p* die mit den Karpellen verwachsenen Samenträger; *o* die Samen.

Die Familie der Commelineen enthält einige beliebte Zierpflanzen, die

Commelinen Westindiens und die Tradeskantien Virginiens. Diese zeichnen sich durch herrlich gefärbte Blumen aus. Die Blätter der Tradeskantien sind an ihrem Grunde nicht bloß so verbreitert, daß ihre Blattstiele halb scheidenartig den Stengel umfassen, sondern hier bildet sich wirklich eine vollkommen geschlossene, etwa wie die Blätterscheiden der Schafthalme manschettenartig den Stengel rings umgebende kurze Röhre,' das sogenannte Stiefelchen, welches jedoch nicht in eine Anzahl von Blattspitzchen ausläuft, sondern nur an einer Seite einen großen länglich eiförmigen Blattsaum trägt. Die achselständigen Knospen müssen hier ebenso, wie bei den Schafthalmen, diese Scheide geradezu durchreißen, und scheinen dann unter dem Blatte zu entspringen. — Bei manchen Pflanzen dieses Geschlechtes sind die Blätter nicht rein grün gefärbt, sondern parallel mit den Blattnerven grün, violett und weißlich gestreift, auf der Unterseite ganz violett. Die letztere Farbe rührt von einem so gefärbten Safte der Epidermiszellen her. Obgleich die Ursachen dieser Färbung und die Substanzen, von welchen dieselbe ausgeht, noch nicht genauer untersucht sind, so ist es doch sehr wahrscheinlich, daß dieselbe mit der sehr geringen Sauerstoffabscheidung, welche in den betreffenden Zellen stattfindet, in Zusammenhang steht, sowie mit der Eigenthümlichkeit, daß die Blätter sehr wenig Feuchtigkeit verdunsten lassen, dagegen sogar noch solche aufnehmen. Die mißfarbige Tradeskantie (Tr. discolor) bedarf fast keines Wassers zu ihrer Erhaltung. Die Einwirkung des Lichtes auf diese Pflanze ist eine sehr geringe, ja, es scheint, daß dieselbe durch die dunkle Färbung der Oberhaut verhindert werde. Die Pflanze wächst daher im Schatten, ja, im matt erhellten Winkel eines Zimmers ebenso gut, als am Sonnenlichte, während grünfarbige Gewächse unter gleichen Umständen absterben. Bemerkenswerth ist auch der Umstand, daß die Zellen der Oberhaut auf der oberen Blattfläche ganz, wie bei so vielen Blumenblättern, nicht abgeplattet, sondern wärzchenförmig rundlich erhaben sind, was den Blättern einen sammetartigen Schimmer verleiht. Viele Zellen ragen sogar als Härchen hervor. Alle Theile der Pflanze sind ferner mit langen Flaumhärchen besetzt, welche aus mehreren aneinander gereihten Zellen bestehen; selbst an den Staubfäden finden sich solche, und an diesen entdeckte man bei dem virginischen Spinnenkraute zuerst die Rotation des Zellsaftes, welche man später in allen Haaren (Fig. 267) und selbst in den jungen Parenchymzellen dieser Pflanze, dann aber bei vielen Wurzelhärchen von Wasserpflanzen aus der Familie der Najadeen und Hydrochariden, und endlich so vielfach beobachtete, daß man dieselbe jetzt zu den allgemeinen Erscheinungen der Pflanzenzelle in ihrem Jugendzustande hält.

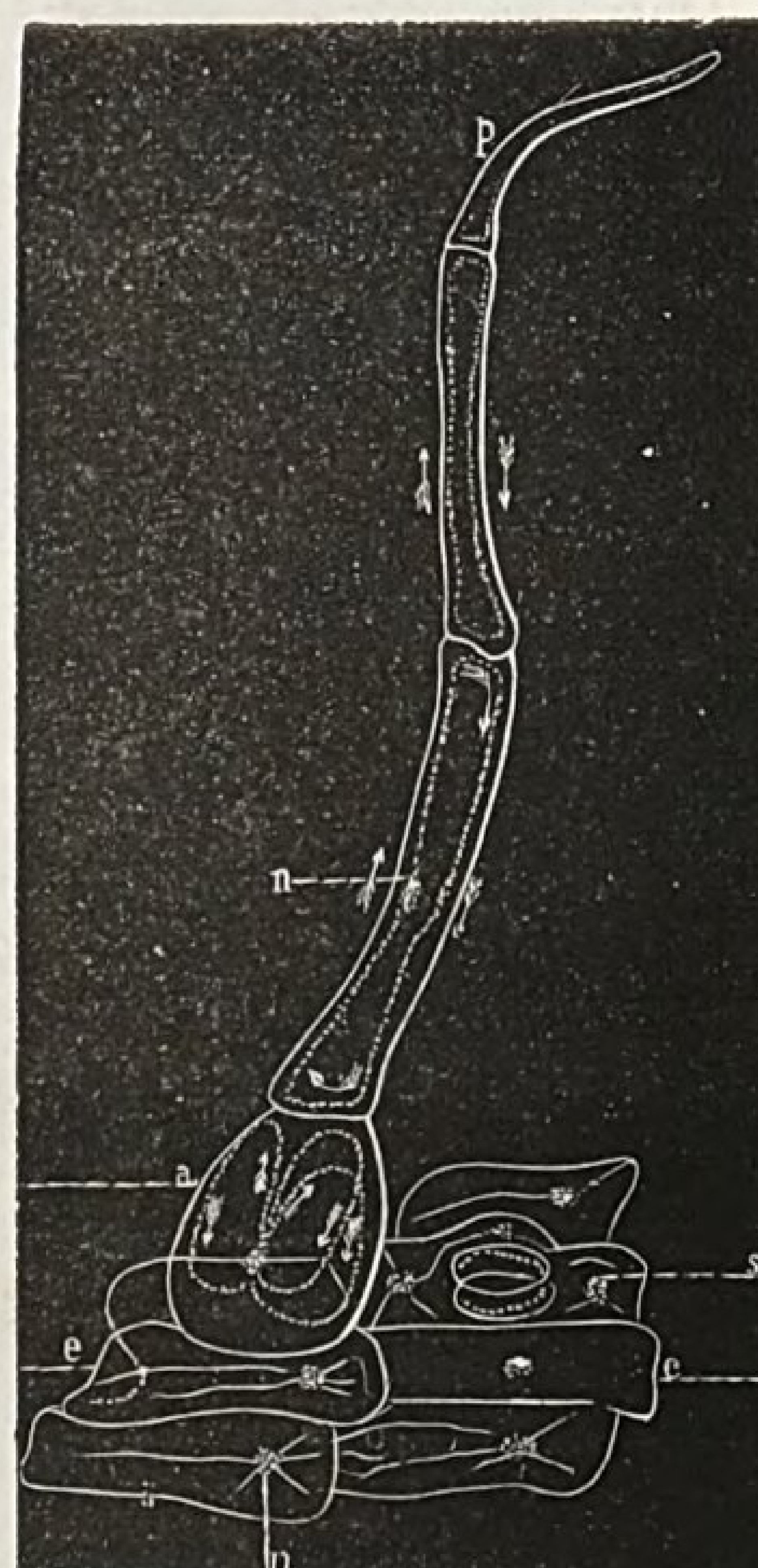


Fig. 267. Die Rotation des Zellsaftes. *

* *p* Ein Haar von dem Kelche des virginischen Spinnenkrautes (**Tradescantia virginica**), aus mehreren Zellen bestehend; *e e* einige Zellen der Epidermis; *s* Spaltöffnung. In jeder dieser Zellen bemerkt man den Cytoblasten *n*, um welchen, wie die punktirten Strömungslinien und die zur Bezeichnung der Richtung eingefügten Pfeile es andeuten, die Strömung sich bewegt und, wo mehrere Strömungen vorhanden sind, wie in der großen Grundzelle *a*, da kreuzen dieselben sich bei dem Cytoblasten.

Die Familie der Degenkräuter (Xyrideæ) kommt in Europa gar nicht vor. Eine Merkwürdigkeit der hieher gehörigen Pflanzen möge dennoch Erwähnung finden. Es sind nämlich die Spitzen der drei Kelchblätter so seltsam ausgebildet, daß sie die drei Blumenblätter kappenförmig bedecken.

Wichtiger ist für uns die Familie der Binsen oder Simsen (Juncaceæ). Diese sumpfliebenden Gewächse (Fig. 268) haben einen knolligen, d. h. kurzen und dicken Wurzelstock in der Erde. Die hervorragenden Sprosse tragen an ihrem unteren Theile einige kurze schuppenartig halbscheidenförmige Blätter, welchen einige längere folgen. Der Schaft, der sogenannte Binsenhalm, ist größtentheils unbeblättert; nur ein einziges Blatt trägt er an seiner Spitze und dieses umgibt den Gipfel so völlig, daß man nichts von demselben sieht, vielmehr das Blatt, welches die Richtung des Halmes gerade fortsetzt und durchaus nicht eine Platte, sondern eine lange Pfriemenform darstellt, für die unmittelbare Spitze desselben halten sollte. Erst wenn nachträglich auf dem Gipfel des Schaftes der Blüthenstand sich entwickelt, wird dieser Punkt äußerlich bezeichnet. Die Blüthenknospen bilden sich innerhalb des Blattgrundes und brechen dann seitlich aus demselben hervor. Ein ganzer Büschel derselben erscheint als ein kurzes Knäuelchen (Fig. 269). Die verästelten Blüthenstielchen entspringen aus Achseln sehr kleiner, hautig schuppenartiger Deckblättchen. Die Perigonblätter sind alle sechs bräunlichgrüne, spreuartig trockenhautige Schüppchen, ganz wie die Blüthenblätter oder sogenannten Spelzen der Gräser. — In dem Binsenhalme befinden sich die Gefäßbündel nur im Umfange, ganz nahe unter der grünen Zellenschicht, welche zunächst unter der Oberhaut liegt.

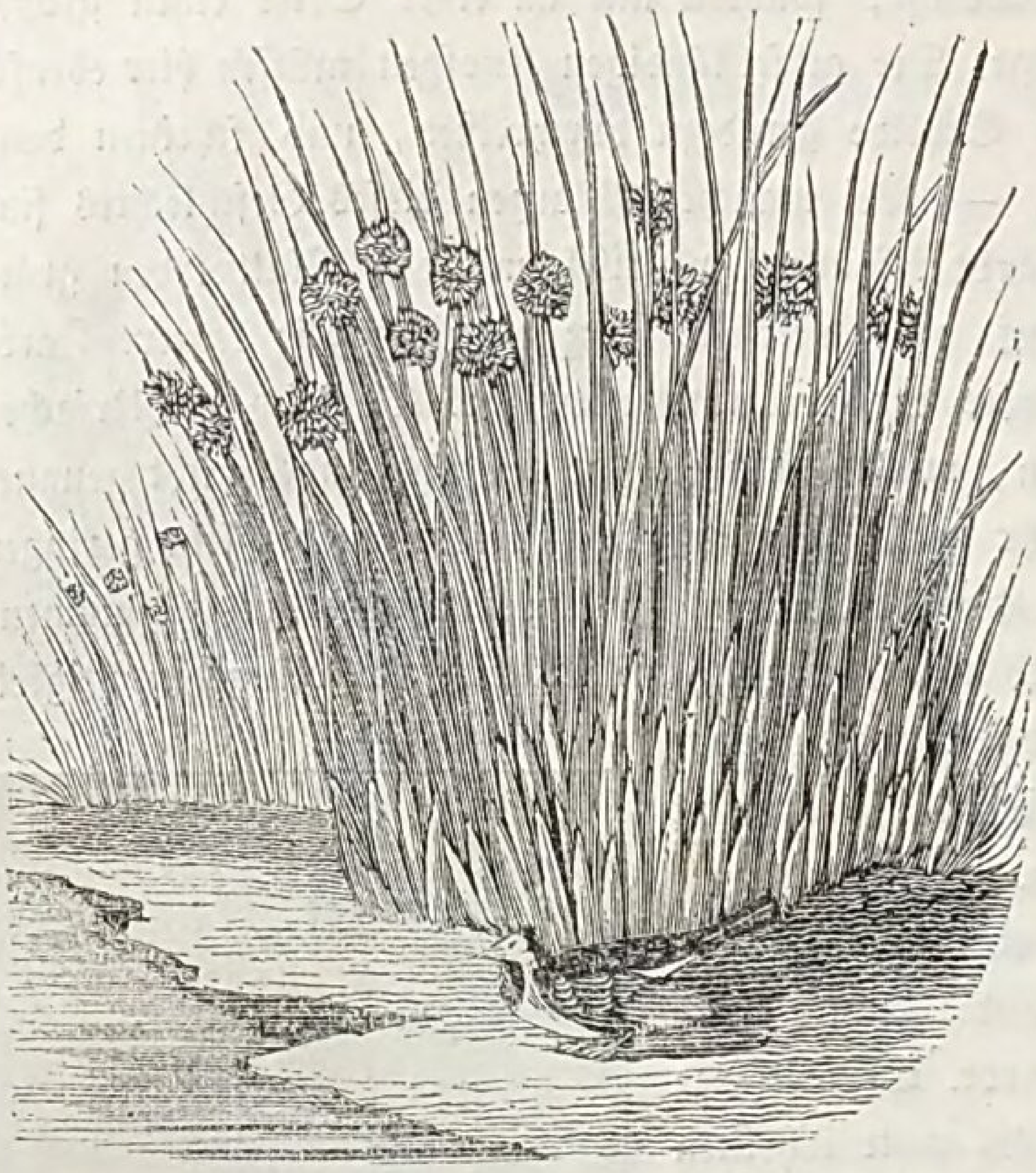


Fig. 268. Die harte oder Knäuelbinse (Juncus conglomeratus).



Fig. 269. Die Flatterbinse (Juncus effusus).

Das Innere besteht aus einem markigen farblosen Zellgewebe von sehr eigenthümlicher Beschaffenheit. Die Zellen desselben sind nämlich in eine Anzahl schlauchartiger Ausbauchungen ihrer Wandungen gleichsam sternförmig ausgezogen, und da die benachbarten Zellen sich untereinander nur mit den Enden dieser Ausbauchungen berühren, so bleiben zwischen ihnen sehr bedeutende Interzellularräume, welche mit Luft erfüllt sind (Fig. 270). Diese eigenthümliche Erscheinung ist eine Folge der

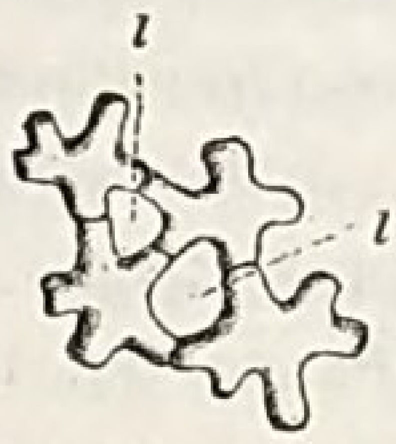


Fig. 270. Sternförmige Zellen aus der Flatterbinse (Juncus effusus). *

* l l Interzellularräume.

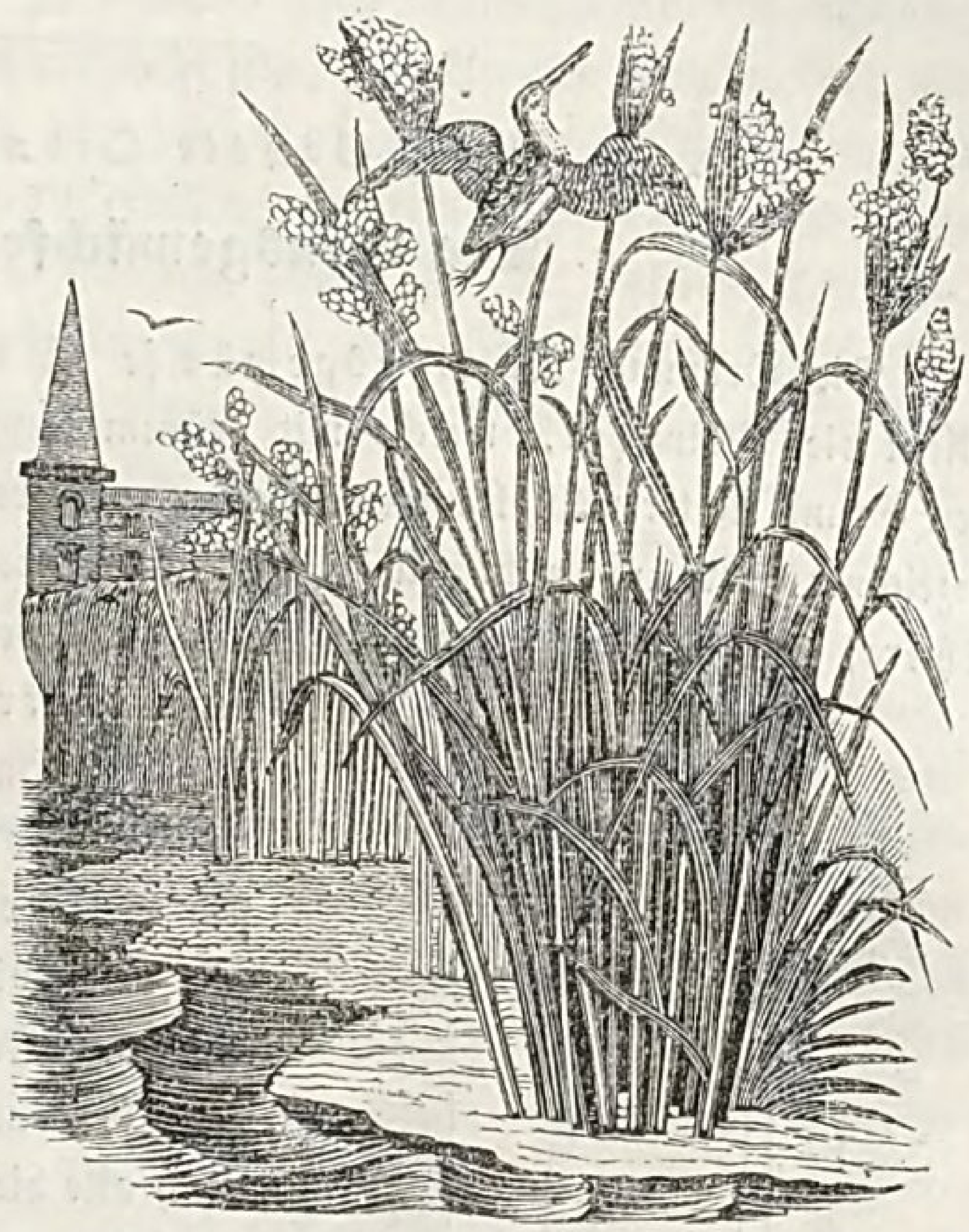


Fig. 271. Die scharfe Binse (Juncus acutus).

verhältnißmäßig viel stärkeren Vermehrungsfähigkeit der Zellen des Umfanges, mit welchen die Zellen des Innern nicht gleichen Schritt zu halten vermögen. Letztere werden durch den stets zunehmenden Umfang auseinander gezogen, und bei ausgewachsenen Binsenhalmen findet man mitunter Spuren einer völligen Zerreißung ihres Zusammenhanges. Es findet sich eine ähnliche Einrichtung des Zellgewebes bei vielen Wasserpflanzen, und es rührt daher die geringe Festigkeit und Leichtigkeit derselben; ja auch bei manchen anderen Gewächsen, selbst bei dem Marke mancher Dicotyledoneen, z. B. dem der gemeinen Ackerbohne (Vicia faba), trifft man ein solches Zellgewebe als Ursache der außerordentlichen Lockerheit an, welche die aus solchem bestehenden Theile zeigen. Bei den Binsen verursacht es die Fähigkeit des Halmes, vollkommen platt gedrückt zu werden, wodurch diese, vermöge der zähen Faserbündel ihres Umfanges so biegsamen und haltbaren Pflanzen ein ausgezeichnetes Material zu Mattengeflechten und mancherlei anderen nützlichen Gegenständen darbieten. Man benutzt vorzugsweise die Flatterbinse (Fig. 269), die Knäuelbinse (Fig. 268) und die scharfe Binse (Fig. 271), von welchen die letztere sich durch lange grasähnliche, bandförmig flache, rinnenartig zusammengebogene Blätter, mit schneidend scharfem Rande und durch große spelzenartige Deckblätter des, hier deutlich auf dem Gipfel des Halmes stehenden, Blüthenstandes botanisch eben so sehr auszeichnet, als durch ihre Höhe und Dicke in Bezug auf praktische Nützlichkeit. Sie wird an den Seeküsten Hollands sorgfältig angebaut, besonders wegen der Eigenschaft ihrer Rhizome, den Erdboden durch das natürliche Geflecht ihrer zahlreichen Wurzeln zu befestigen und vor Fortschwemmung zu sichern. Die meistens sehr klein bleibenden After- oder Hainsimsen (Luzula) sehen den

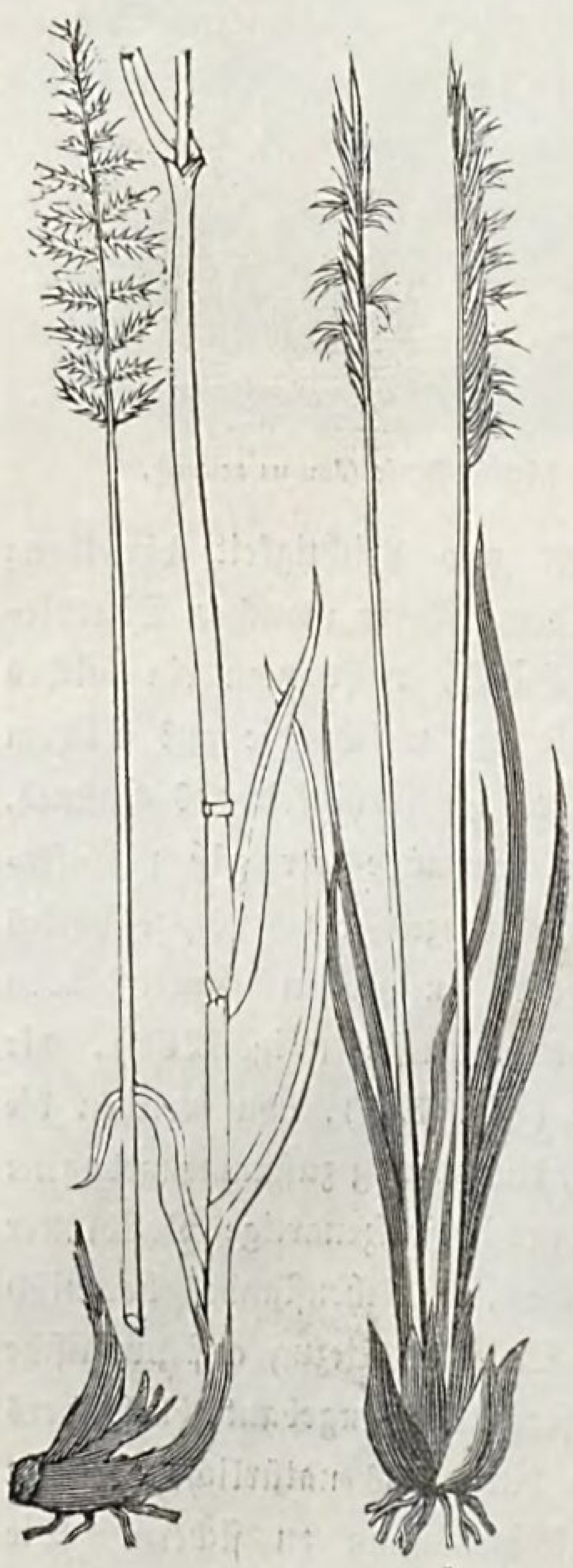
Gräsern noch ähnlicher, unterscheiden sich freilich leicht von denselben durch ihre nicht hohlen Halme und durch die lilienähnlich sechsspelzigen Blüthchen.

Die Familie der Restiazeen (Restiaceæ), welche sich dadurch auszeichnen, daß in jedem Fache ihres Fruchtknotens nur ein Samen, und zwar ganz im obersten Winkel desselben, entspringt, gehören nur den Ländern der südlichen, gemäßigt warmen Zone an.

Sechste Ordnung.

Die Grasgewächse. Glumaceæ.

Die Ordnung der Grasgewächse ist die wichtigste von allen; denn nicht allein die Pflänzchen, welche mit grünem Teppich unsere Matten und Wiesen und den Grund lichterer Waldungen bedecken, und welche gewöhnlich als Gras (Fig. 272) bezeichnet werden, nicht allein diese, auf welchen die Existenz der grasfressenden Thiere, auf welchen unsere ganze Viehzucht beruht, sondern auch alle die verschiedenen Getreidepflanzen, Weizen, Roggen, Gersten, Hafer, Hirse, Reiß und Mais, gehören zu den Grasgewächsen. Uebrigens scheiden sich diese botanisch in zwei Familien, von welchen alle die erwähnte Wichtigkeit nur der einen, nämlich der Familie der eigentlichen Gräser oder Gramineen (Gramineæ) zukommt, welche auch alle die so eben genannten nützlichen Gewächse umfaßt, während die andere Familie, die der Halbgräser oder Cyperaceen (Cyperaceæ), weder gutes Futter für das Vieh, noch allgemein wichtige Nahrungsstoffe für den Menschen darbietet. Ein leicht aufzufassendes Merkmal unter-



a b

Fig. 272. Gräser. *

* *a* Gefiedertes Kammgras (Cynosurus cristatus); *b* steifes Borstengras (Nardus stricta).

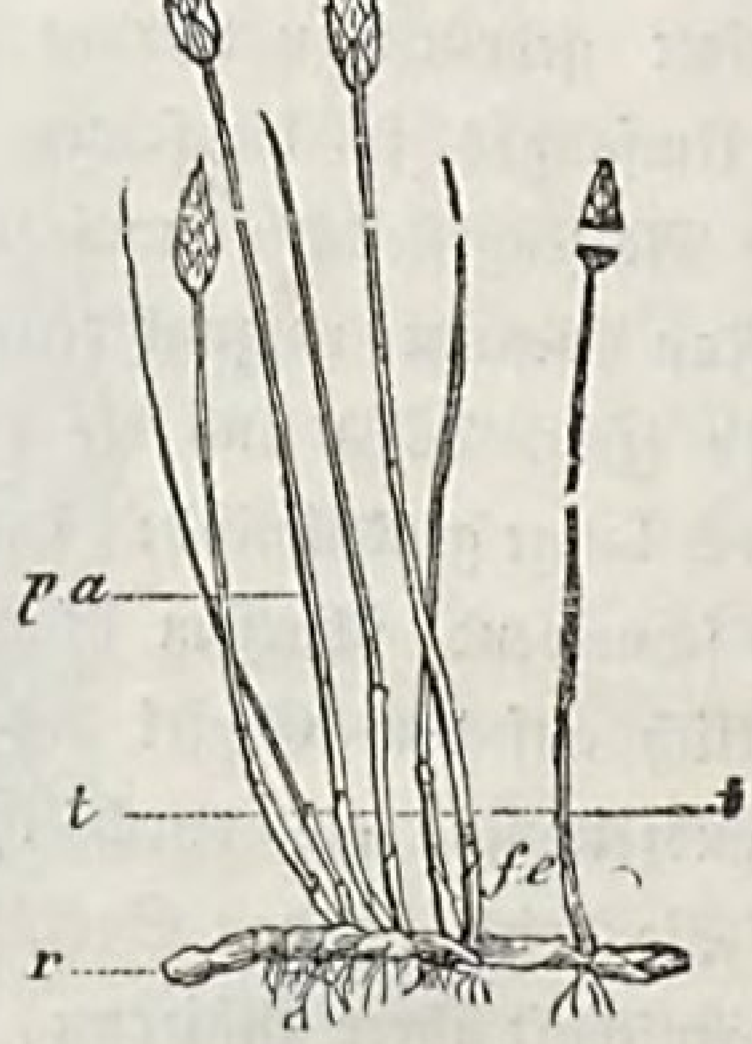


Fig. 273. Das Rhizom eines Halbgrases, des Sumpfbinsengrases (Scirpus palustris), $1/8$ d. nat. Gr. *

* *r* Rhizom mit Wurzeln; *tt* Erdoberfläche; *fe* schuppenförmige Blätter (Phyllodien) des Rhizomes; *pa* die aus dem Boden hervorsprossenden Halme (Zweige) mit ihren Blattschüppchen, Blättern und Aehren (Blüthenständen).

scheidet beide. Die **Halbgräser** haben nie hohle, selten knotig gegliederte Halme, während die **eigentlichen Gräser immer** hohle und knotig gegliederte Halme zeigen.

Der eigentliche **Stamm aller** Grasgewächse ist ein unter dem Boden sich verbergendes **Rhizom** (Fig. 273 und 274); die **Halme**, welche aus dem Boden hervortreten, stehen als **Zweige** an demselben, bald sehr weit von einander getrennt, bald dagegen sehr nahe zusammengedrängt. In letzterem Falle, wenn die Axe des Rhizoms sich äußerst wenig verlängert, stellt letzteres nicht selten eine Art von Zwiebel dar, und die Gipfelknospe desselben wird durch die sehr überhandnehmende Entwicklung der Zweighalme völlig unterdrückt. Dieses Verhältniß herrscht mehr oder weniger ausgezeichnet bei fast allen **einjährigen** Gräsern, wie z. B. bei unseren Getreiden, welche übrigens durch besondere Verfahrungsweisen der Cultur zum Theil auch **mehrjährig** gemacht, d. h. zur Fortentwicklung des unterirdischen Gipfelsprosses ihres Rhizoms veranlaßt werden können. Bei solchen Gräsern mit äußerst kurzem Rhizome findet man letzteres oft nur bei genauer Untersuchung, während man auf den ersten Blick die Zweige (Halme) für Hauptaxen halten möchte, und somit, wie man sich auch im gewöhnlichen Leben wohl auszudrücken pflegt, glauben könnte, es entspringen hier (Fig. 275) mehrere Stämme aus einer gemeinsamen Wurzel. Merkwürdig ist das Wechselverhältniß zwischen der Entwicklung des Rhizoms und derjenigen des Samens. Unter allen Gräsern, deren Rhizom weit fortsprossend sich unaufhörlich aus sich selbst verjüngt, ist keine Art, welche durch ihren Samen zur Nahrung der Menschen zu dienen vermag; alle die durch die Nahrhaftigkeit und die Menge ihres Samens ausgezeichneten Getreide dagegen erschöpfen die Vegetationsfähigkeit ihrer Hauptaxe in der Erzeugung desselben und sichern zugleich durch diesen ihre Fortpflanzung, während die ausdauernden Gräser sehr wenigen keimungsfähigen Samen hervorbringen. Beispiele hievon liefern nicht nur unsere Wiesengräser



Fig. 274. Das Rhizom eines eigentlichen Grases des Queggenweizens (Triticum repens). ½ d. nat. Gr. *

* Man bemerkt das mit schuppenförmigen kleineren und größeren Blättern besetzte Rhizom mit seinen Wurzeln, dann unterirdisch bleibende Verzweigungen und aufsprossende Halmzweige. Die Aehre ist in nat. Gr.



Fig. 275. Der Roggen (Secale cereale) Pflanze und Aehre.

großentheils, indem es bei manchen derselben schwierig ist, den zur Aussaat erforderlichen Samen zu erhalten, sondern das merkwürdigste und wichtigste Beispiel bietet das ebenfalls zu den Gräsern gehörige Zuckerrohr dar, welches man noch nie durch Samen hat fortpflanzen können, und dessen Rhizome unaufhörlich fortsprossen und alljährlich zahlreiche kolossale, fast baumartige Halme aus dem Boden emportreiben. Ganz im Gegensatze dazu steht der Mais, dessen Rhizom durch die Entwicklung eines sehr starken und fruchtbaren Halmes gänzlich unterdrückt bleibt, so daß es sich gar nicht entwickelt, während es doch beim Keimpflänzchen vorhanden ist. — So nützliche Vortheile bei manchen Gräsern für den Menschen aus dem Vorhandensein eines ausgedehnten Rhizoms entspringen, so rühren doch eben von demselben auch einige große Belästigungen des Landmannes her. Besonders bei solchen Gräsern ist dieses der Fall, deren Rhizom nicht allein sich stark verlängert und dabei zahlreiche Halmzweige aus dem Boden hervortreibt, sondern auch unterirdisch bleibende Stocksprossen erzeugt, d. h. Zweige, welche selber als Rhizome fortwachsen. Solche verästelte Rhizome durchflechten den Boden in solchem Grade, daß sie fast nicht auszurotten sind, und überall zeigen sich, trotz aller Sorgsamkeit des Gärtners, immer von Neuem ihre Halme und Blätterbüschel. Aus dieser Ursache ist das Queggen- oder Queckgras (Fig. 274), welches übrigens mit dem edelsten Getreide, dem Weizen, sehr nahe verwandt ist und mit demselben zu dem gleichen Geschlechte gerechnet wird, als Unkraut so sehr verrufen. Dem Sandhaargrase (Elymus arenarius) verleiht eine ähnliche unterirdische Verästelung des Rhizoms die Eigenschaft, den lockersten Flugsandboden zu befestigen und zu allmähliger Begrünung vorzubereiten, eine Eigenschaft, um derentwillen diese Pflanze in einigen Gegenden nicht genug zum Anbau empfohlen werden kann. Ein Halbgras, die Sandsegge (Carex arenaria) taugt zu dem nämlichen Zwecke. Uebrigens ist die Rasenbildung unserer Wiesengräser nicht minder ein Ergebniß der Rhizomverästelung. — Das Rhizom der Grasgewächse ist weißlich oder gelblich von Farbe und dadurch wurzelähnlich; übrigens entspringen die Wurzeln aus demselben und zwar so, daß in der Regel unter der Ursprungsstelle jedes Halmzweiges ein Büschel derselben hervorbricht. Eine Hauptwurzel fehlt, es sind nur Adventivwurzeln vorhanden; jedes Stück des Rhizoms ist daher auch für sich wachsthumsfähig und vermag, wenn es einer Gipfelknospe entbehrt, durch eine Seitenknospe sich fortzuentwickeln. Ganz wie bei den Schafthalmen (Seite 687) weiß man oft nicht, ob man eine Hauptaxe des Rhizoms oder eine Zweigaxe desselben vor sich sehe. Kleine schuppenförmige Phyllodien, welche die Axe halb oder fast ganz umfassen, stehen bald gedrängter, bald vereinzelter an der ganzen Länge des Rhizoms, und die Verästelungen, die unterirdischen sowohl, als die emporsprossenden, stehen in Achseln von solchen Blattorganen. Bei einem Halbgrase, dem eßbaren Cyperngrase (Cyperus esculentus) oder Erdmandelgrase, bilden sich, ähnlich wie mitunter bei den Schafthalmen, die Stocksprossen oft nicht in die Länge aus, sondern schwellen knollig an. Diese Knollen, fälschlich wohl als Wurzelknollen bezeichnet, sind die sogenannten Erdmandeln, welche ganz wie die ebenso entstandenen Knollen der Kartoffelpflanze, ein treffliches Nahrungsmittel liefern und in einigen Gegenden Deutschlands und in Südeuropa sorgfältig angebaut werden. Nach dem, was vorhin vom Rhizome

und den Stockſproſſen geſagt iſt, kann es nicht befremden, daß man vermittelſt ſolcher Knollen die Fortpflanzung des Gewächſes bewerkſtelligen kann und beim Anbau ganz allgemein wirklich bewerkſtelligt. Man wird auch leicht einſehen, daß hier nicht von Samen die Rede iſt, ſondern von einer Art von Setzlingen; es ſind Zweige, welche durch Adventivwurzeln ſich als ſelbſtſtändige Axen entwickeln.

Der Halm iſt an ſeinem unteren Theile, beſonders ſo weit derſelbe von der Erde umgeben bleibt, ebenfalls mit ſchuppenartigen Phyllodien bedeckt; weiter hinauf folgen längere, halb ſcheidenartige, dann ſolche, welche den Halm auf eine lange Strecke ganz ſcheidenartig von beiden Seiten mit übereinander gerollten Saumtheilen umhüllen, und endlich ſolche, welche auf der Spitze dieſes Scheidentheiles noch ein langes, bandförmiges, eigentliches Blatt tragen. Uebrigens treten alle dieſe Blätter früher hervor als die Halmaxe. Letztere bleibt lange Zeit äußerſt kurz, während die Blätter und Blattſcheiden ſich an ihrem Gipfel entwickeln und lang hervorſchieben, ja theilweiſe ſogar ſchon ihre völlige Ausbildung erreichen. Es iſt dieſer Umſtand von großer Wichtigkeit, indem durch denſelben allein die Benutzung der zuerſt gebildeten Blätter ohne Schaden für den Halm möglich wird. So liegt tief unten, in den röhrenförmig in einander ſteckenden Blattſcheiden verborgen, der ſproſſende Halmgipfel unſerer Wintergetreide durch die kalte Jahreszeit hindurch unter dem Schutze der Blätter, welche wie das Gras einer Wieſe den Acker bekleiden. Man läßt einen ſolchen Acker nicht ſelten vom Vieh abweiden, und der Halm leidet nicht darunter. Die Wieſengräſer aber werden, nachdem ihre erſten Blätter die volle Entwicklung erreicht haben, ſogar abgemäht und erzeugen dann noch neue Blätter und Halme, ſo daß ſie nach Kurzem eine zweite Heuernte liefern, das ſogenannte Grummet. — Anfangs ſind die Blattſcheiden außerordentlich eng und zart, allein während ſich ihre Zellen in der Längenrichtung vermehren, geht auch fortwährend eine Vermehrung in der Richtung des Stengelumfanges vor ſich, ſo daß ſpäter nicht allein der aufſproſſende Halm, wenn dieſer anfängt, ſich zu verlängern und dabei in die Dicke auszudehnen, durch die Röhre der ihn umhüllenden Scheiden hindurchzudringen im Stande iſt, ſondern die Säume der Blattſcheiden greifen von beiden Seiten ihn umfaſſend noch ſo weit über einander, daß ſie faſt zweifach um ihn gerollt erſcheinen.

Nachdem alle Blätter mehr oder weniger ausgebildet ſind, beginnt endlich die Halmaxe ſich zu verlängern und es geſchieht dieſes mit außerordentlicher Schnelligkeit. Wie bei den Schafthalmen (Seite 689) ſind es aber keineswegs die einzelnen, zwiſchen den ſo ſehr genäherten Anſatzpunkten der einzelnen Blätter, den ſogenannten Knotenpunkten, befindlichen äußerſt kurzen Axenglieder oder Internodien, welche ſich verlängern, ſondern dieſe bleiben immer äußerſt kurz. Vielmehr ſind es die Knoten ſelbſt, welche ſich zu einer langen Hohlröhre ausdehnen. Die zuvor ganz nahe über einander befindlichen Urſprungspunkte der Blattſcheiden werden nämlich mehr und mehr auseinander gerückt, indem die Zellen von jedem dieſer Punkte abwärts ſich durch raſche Theilung, ſowohl in der Richtung des Umfangs, beſonders aber in der Richtung der Axe ſelbſt vermehren. Aber an dieſer Vermehrung nehmen die Zellen des Halmes ſo gut wie gar nicht Theil, während die des Umfanges, welche dem angewachſenen Blattſcheidengrunde angehören, ſehr lange in derſelben fortfahren. So muß jedes Stück des Halmes, welches von dem

Ursprungspunkte eines Blattes bis zu dem eines folgenden Blattes sich bildet, eine hohle Röhre darstellen. Nur jedesmal an dem Ursprungspunkte eines Blattes befindet sich somit ein Theil des Zellgewebes, welches der eigentlichen Halmaxe angehörte und welches nun, von der nächst unteren, wie von der nächst oberen benachbarten Partie durch die starke Längenausdehnung des mit der Peripherie der Halmaxe verwachsenen Blattscheidengrundes weit getrennt, nur noch wie eine Scheidewand in der Halmröhre erscheint. Das Resultat dieses höchst eigenthümlichen Wachsthumes ist eben wie bei den Schafthalmen die völlige Hohlheit des Halmes und das Vorhandensein von Scheidewänden innerhalb desselben, deren jede einem ursprünglichen Zwischenraume zwischen je zwei Blattursprungspunkten, somit also einem Internodium, nicht aber einem Knotenpunkte entspricht. Ueber jedem solchen Punkte zeigt der Halm eine Anschwellung — den im gewöhnlichen Sprachgebrauche sogenannten Knoten, welcher im botanischen Sinne nur der unterste Theil des eigentlichen, hier zu einem langen Hohlraume auseinander gezogenen Knotens ist — unmittelbar an demselben aber eine geringe Einschnürung, welche eine Folge des Umstandes ist, daß die Zellen der hier angewachsenen, nächst tieferen Blattscheide an diesem Punkte früher die Fähigkeit verlieren, sich in der Richtung des Umfanges zu vermehren, als die untersten und letztgebildeten Zellen der nächst oberen Blattscheide, denn diese verliert, als Blattorgan, an ihrem untersten Ende, also unmittelbar über der nächst unteren Scheidewand, am spätesten die Fähigkeit der Zellenvermehrung vollends. Nicht bei allen Gramineen sind die Knoten stark ausgebildet, vielmehr gibt das bekannte Schilfrohr an den Ufern der Teiche und Wassergräben ein Beispiel fast gar nicht angeschwollener Knoten, und bei den als Spazierstöcke so häufigen hohlen Bambusrohrhalmen findet man sie ebenso wenig. Daß die Peripherie der hohlen Halmglieder den Blattstielen zuzurechnen sei, beweisen eben diese letzteren Grasgewächse deutlich, indem nach Wegnahme der Blattscheiden unterhalb jeder aus einem Internodium bestehenden Scheidewand ein vorragender Narbenrand zurückbleibt und jedes nächst untere Hohlglied um die Dicke desselben, welche zugleich der Dicke der Blattscheide entspricht, gegen das nächst obere Hohlglied abgesetzt erscheint.

Da die obersten Hohlglieder der Halme sehr viel länger werden, als die untern, so sind erstere auch vorzugsweise röhrig. Je weiter abwärts, desto näher folgen sich die Scheidewände, und am untersten Theile, welcher im Boden verborgen blieb, ist auch der Umfang der Hohlglieder meistens geringer, als zunächst über dem Boden. Ja ganz unten, wo oft die Internodien gar nicht auseinander gerückt sind, ist in solchem Falle auch von einer Höhlung nichts zu bemerken. Ebenso ist es bei den Rhizomaxen selber, welche fast nie eine Spur von Höhlung zeigen und auch meistens keine deutliche Knoten besitzen. Die jungen Triebe des Rhizoms des größten aller Grasgewächse, des Bambusrohres, werden häufig als Spazierstöcke benutzt. Dieselben haben deutliche Knoten und abwechselnd an der einen und der andern Seite eine Längsfurche, welche die Lage der in der Achsel der Phyllodien entsprungenen und anfänglich an die Axe eng angeschmiegten Halmsprosse bezeichnet, deren Narben man an solchen Stöcken deutlich bemerkt. Unter den eigentlichen Gräsern oder Gramineen gibt es nur wenige Gattungen, deren Halm nicht wirklich hohl, sondern nur von lockerem, mitunter stellenweise zerrissenem

Zellgewebe gefüllt ist. Dahin gehört bei uns der Mais, und ein anderes ausgezeichnetes Beispiel bietet das Zuckerrohr dar (Fig. 276). Besonders diese letztere Pflanze zeichnet sich, ganz in Uebereinstimmung mit einer solchen abweichenden Beschaffenheit ihres Halmes, durch sehr kurze Abstände der Knotenpunkte aus, indem ihre Blätter fast büschelig nahe über einander entspringen. Bei allen Halbgräsern ist die Entwicklung des Halmes nicht mit der Bildung von Höhlungen verbunden. Vielmehr bildet sich hier der Halm mit den Blättern mehr gleichzeitig aus; auch bilden sich meistens gar keine oder doch nur geringe Anschwellungen über den Punkten, an welchen die Blätter mit der Halmachse verwachsen sind. Ein auffallender Unterschied zwischen den Halbgräsern und den Gräsern verräth sich dadurch, daß bei ersteren der Halm meistens vollkommen dreiseitig und scharf dreikantig erscheint, während derselbe bei den letzteren stets rund ist.

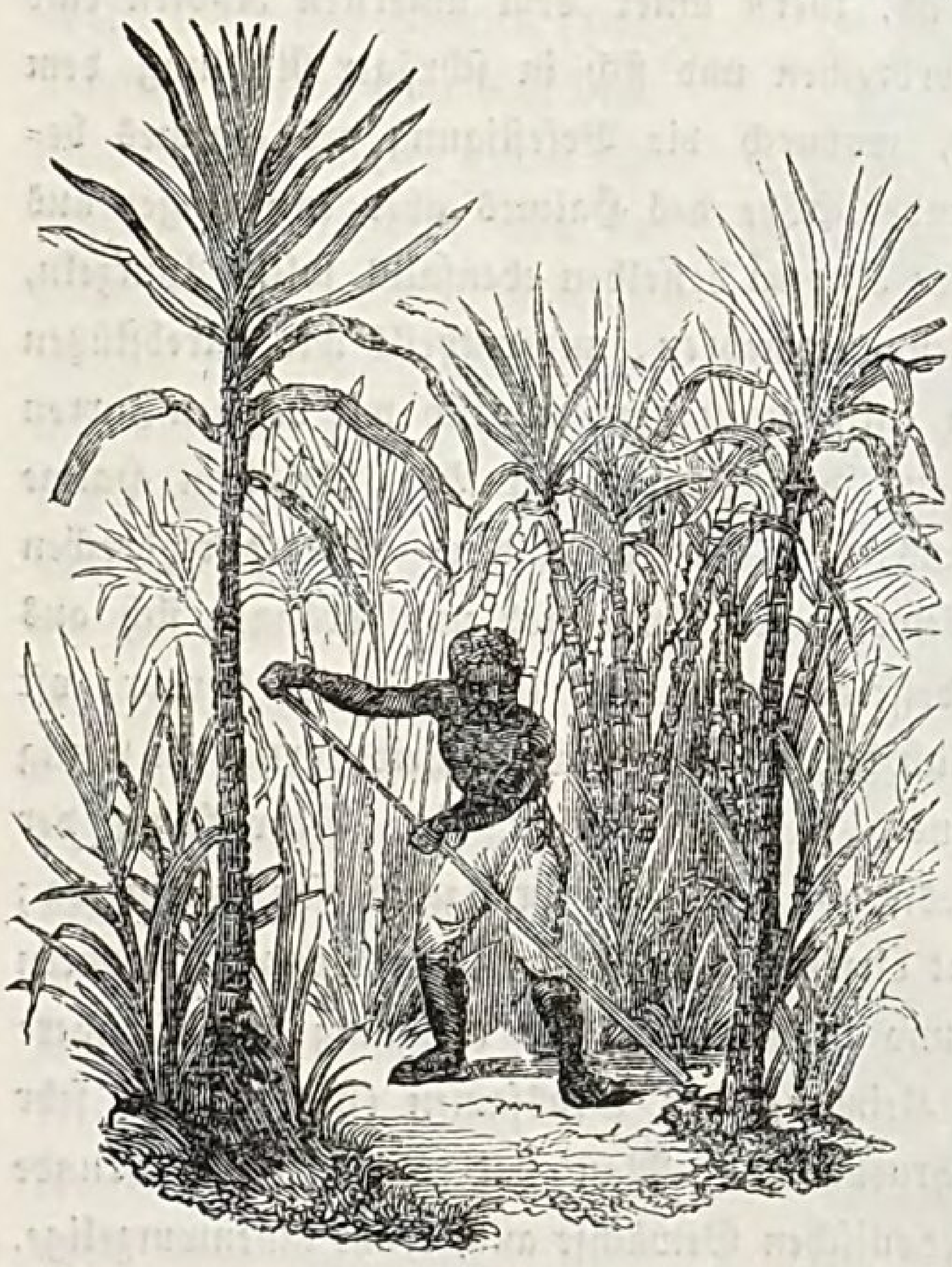


Fig. 276. Das Zuckerrohr (Saccharum officinarum).

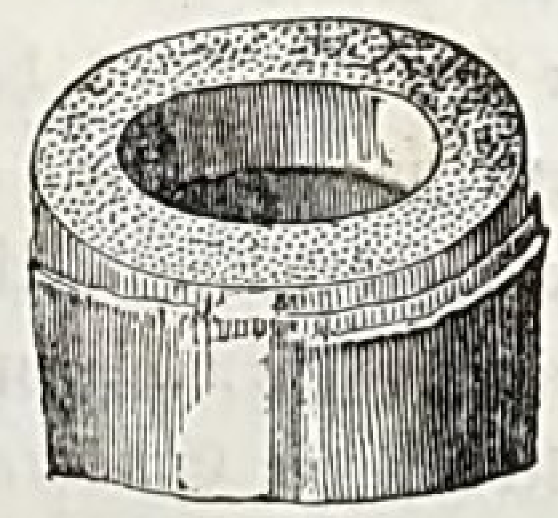


Fig. 277. Ein Stück eines Halmes vom gemeinen Schilfrohre (Arundo phragmites), nahe über und unter einer Scheidewand abgeschnitten. *

* n Aeußerlich sieht man die ringförmige Narbe des abgenommenen Blattes, welchem innerlich die Scheidewand entspricht; auf dem Abschnitte des Halmes sieht man die Holzbündel durch Punkte angedeutet.

Die Axenorgane aller Grasgewächse zeigen eine auffallende Zunahme der Gefäß- und Prosenchymbündel gegen den Umfang. Selbst bei den Halbgräsern ist das Innere der Axe, sowohl des Rhizoms, als auch der Halme, fast nur aus Parenchymgewebe gebildet, welches ein vollkommenes Mark darstellt und mit dem Gewebe der Binsen in Lockerheit vergleichbar ist. Nur einzelne Faserbündel finden sich in diesem Theile zerstreut, während solche in der Nähe des Umfanges sehr eng zusammenstehen. Beim Zuckerrohre und Mais ist es ähnlich. Bei den hohlen Grashalmen aber sind alle Bündel im Umfange zusammengedrängt und bilden eine, wenn auch bei vielen sehr zarte, so doch immerhin sich holzig ausbildende Röhre (Fig. 277). Der Halm der Gräser, besonders mancher cultivirter Gattungen, welcher getrocknet Strohhalm genannt wird, besitzt, zumal wenn er in grünem Zustande geschnitten wurde, eine große Zähigkeit und Festigkeit, und kann daher nicht nur roh zu mancherlei Geflechten, sondern selbst zerspalten und gesponnen (gedrähtelt) zu den schönsten und feinsten Kunstarbeiten und Luxusgegenständen verarbeitet werden. Die unterirdischen Rhizome sind völlig holzartig; aber auch die Halme der größeren Gräser, besonders die der Schilfrohre und Bambusen, können wegen des engen Zusammenschlusses ihrer Holzbündel und der Festigkeit, welche die Wandungen

derselben bei ihrer beträchtlichen Dicke erreichen, mit Recht als Holz betrachtet werden. Auch leisten die letztgenannten baumartigen Grashalme in den wärmeren Gegenden der Erde, in welchen allein sie vorkommen, als Holz die mannigfaltigsten Dienste zur Anfertigung von Geräthen und Werkzeugen nicht allein, sondern auch zum Häuser- und Schiffsbau. Die Holzbündel jedes Hohlgliedes schließen sich nicht unmittelbar an die des folgenden Hohlgliedes, sondern treten, in der Gegend der Scheidewand sich theilend, jedes mit zweien unteren oder oberen in Verbindung, so daß hier gleichsam eine Verdoppelung derselben stattfindet.

Auch der Halm der Gräser ist nicht selten mit Adventivwurzeln versehen. Solche entspringen aus den Internodien, theils so weit der Halm sich im Boden befindet, theils auch noch über dem Boden. So sieht man bei der Maispflanze, besonders bei der großen, in Texas cultivirten Art, sobald der Halm einige Fuß hoch und dem Winde stärker ausgesetzt ist, zuerst unter dem untersten Knoten eine Anzahl von Wurzeln rings herum hervorbrechen und sich in schräger Richtung dem Boden nähern und in diesen eindringen, wodurch die Befestigung des Halmes beträchtlich vermehrt wird. Mit zunehmender Höhe des Halmes aber entspringen aus dem folgenden zweiten, dritten und vierten Knoten desselben ebenfalls solche Wurzeln, welche einestheils die Ernährung bedeutend vermehren, anderntheils wie Strebstützen denselben aufrecht halten. Die Wurzeln entspringen ganz ähnlich wie bei den Farren (Seite 681) aus dem Innern der Axe, bei dem Halme insbesondere aus den Scheidewänden. Sie durchbrechen sodann das Gewebe des Umfanges und drängen sich aus einer Spalte desselben, wie aus einer Scheide hervor; oft ziehen sie wirklich das äußere Gewebe scheidenartig ein wenig mit sich heraus. Uebrigens steht diese Entwicklung der Wurzeln keineswegs bei den Grasgewächsen allein da; vielmehr kommt dieselbe allen sämmtlichen Monocotyledoneen gemeinsam zu und ist schon bei der Keimung, insbesondere auch bei der Keimung der Grassamen (Fig. 278), sehr allgemein wahrnehmbar. Man hat aus diesem Grunde die monocotyledonischen Gewächse auch wohl innenwurzelige, endorhize, oder scheidenwurzelige, koleorhize Gewächse genannt.

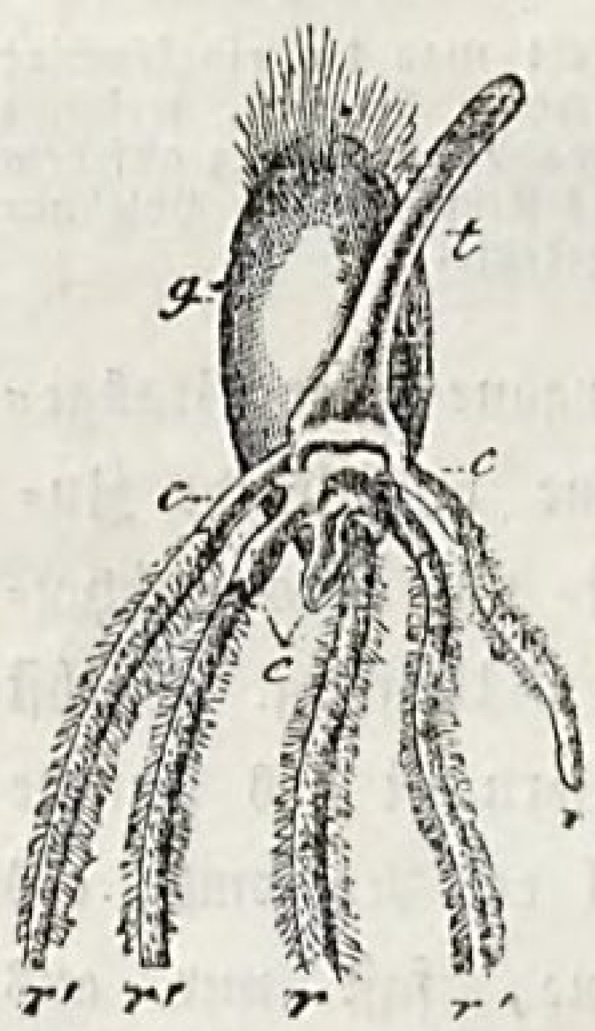


Fig 278. Ein keimender Grassamen. *

* Das Weizenkorn vergrößert; man erblickt fünf Wurzeln rr' welche bei c deutlich das von ihnen durchbrochene und scheidenartig sie umgebende Gewebe zeigen.

Der Halm der Gräser entwickelt sich, nachdem die Blätter einen gewissen Grad der Ausbildung erlangt haben, mit außerordentlicher Raschheit. Man ist verwundert, in den wenigen Wochen des Frühlings diesen Theil unserer Getreide zu einer so beträchtlichen Höhe emporsteigen zu sehen, nachdem man ihn kaum bemerken konnte. Es bietet allerdings diese rasche Verlängerung eines der merkwürdigsten Beispiele von der Schnelligkeit der Zellenvermehrung der Pflanzen. Man muß erwägen, daß die Größe der Zellen sich etwa zwischen dem Maße von $1/600$ bis $1/1000$ einer Linie zu halten pflegt (obgleich auch solche von nur $1/5000$ Linie vorkommen), um schätzen zu können, welch eine Zahl derselben dazu gehöre, einen Halm von $1\frac{1}{2}$ bis 3 Linien im Umfange und $1/8$ bis $1/4$ Linie Dicke der Wandung seiner Hohlglieder vom Boden bis zu Manneshöhe zu verlängern. Und doch ist dieses Beispiel gering

gegen das Wachsthum der Bambusen unter dem Einflusse der höheren Temperatur tropischer Gegenden. Selbst in unseren Treibhäusern sieht man diese mächtigen Grashalme sich mitunter binnen 24 Stunden um dreimal so viele Linien verlängern.

Aus den Internodien der Grashalme, so weit diese im Boden, zumal im feuchten Schlamme, oder im Wasser befindlich sind, entspringen nicht selten andere Halme, was um so weniger überraschend sein kann, als die Halme der Rhizomare, abgesehen von der durch die besonderen Verhältnisse beider bedingten Eigenthümlichkeiten, so sehr ähnlich sind und, in die Verhältnisse derselben versetzt, sogar ganz die Stelle von solchen vertreten können. Dagegen an dem über die Erde hervorragenden Theile trägt der Halm nie andere Zweige, als nur solche, welche zum Blüthenstande gehören. Das Bambusrohr (Fig. 279) macht hievon eine bemerkenswerthe Ausnahme, indem dasselbe an allen Internodien Zweige hervortreibt, welche büschelig den Haupthalm umgeben. Da dieses Gras außerdem in der Nähe des ersten Halmes fortwährend neue Halme aus dem Rhizome erzeugt, so bildet sich Büschel an Büschel, und da diese Halme zwanzig, ja selbst fünfzig bis sechzig Fuß hoch und oft über einen halben Fuß dick werden, so entstehen ganze Wälder dieses Riesengrases, welche in Indien „Junglen“ genannt werden. Das Zuckerrohr verzweigt sich zwar gewöhnlich über der Erde nicht; dagegen hat es den Vorzug, selbst aus den obersten Theilen seines stammartigen Halmes Adventivwurzeln erzeugen zu können, und es kann dasselbe daher leicht durch abgeschnittene Gipfel, welche man in den Boden setzt, vervielfältigt werden, ein Verfahren, welches in den westindischen Zuckerpflanzungen sehr allgemein angewandt wird. Unter solchen Verhältnissen treibt dann der Halmgipfel im Boden auch Zweige, und zwar solche, welche unter dem Boden bleiben, Rhizome darstellen und dann zahlreiche neue Halme entstehen lassen. Theils sorgt man daher durch dieses Mittel für neue Besetzung solcher Plätze, an welchen die Pflanzen durch Zufall abgestorben waren, oder nicht mehr kräftige Halme treiben wollten, theils bepflanzt man auf diese Weise neue Ländereien.

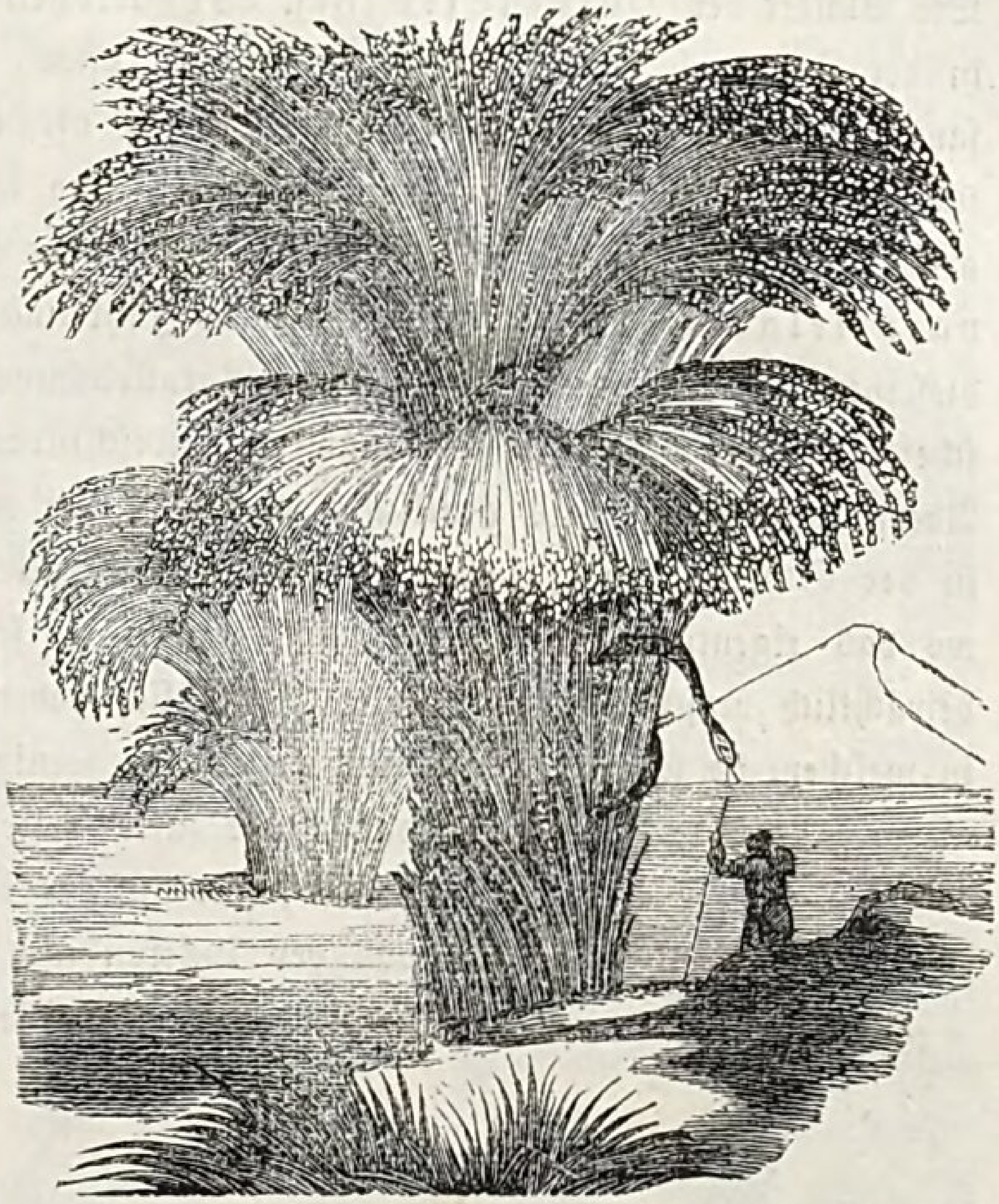


Fig. 279. Das Bambusrohr (**Bambusa arundinacea**).

Die Blätter der Gräser sind meistens bandförmig, allmählig zur Spitze verschmälert, mitunter auch borstenförmig schmal; der scheidenartige Blattstieltheil zeigt sich, wenn man ihn vom Halme abrollt, oft länglich lanzettförmig, indem er oberhalb seiner Befestigung am Halme sich mehr und mehr verbreitert und dann gegen

den Anfang des eigentlichen Blatttheiles sich wieder verschmälert. Beim Mais und einigen andern Gräsern sind auch die Blätter selbst länglich lanzettförmig. Sie stehen vom Halme stets in einem Winkel ab, mitunter so sehr, daß sie rücklings herabhangen, wobei einige aussehen, als ob sie vom Halme abgeknickt seien. Die Blattscheide dagegen ist dem Halme so innig angeschlossen, daß man sie nur mit Mühe von demselben trennt; ja, wenn die Hohlglieder desselben nicht so lang sind, als die Blattscheiden, so stecken mehrere von diesen theilweise tief in einander und man hat mehrere solche abzurollen, bevor man auf den eigentlichen Halm kommt. Da, wo der eigentliche Blatttheil beginnt, setzt sich eine dünne Zellgewebeschicht der inneren Fläche der Blattscheide als ein zartes Häutchen noch ein wenig in gerader Richtung am Halme fort. Dasselbe führt den Namen **Züngelchen** oder **Blatthäutchen**, und es ist mitunter zweitheilig (Fig. 280), so daß es zwei kleine Nebenblättchen an der scheinbaren Ursprungsstelle des eigentlichen Blattes darstellt. Die Blätter der **Halbgräser** (Fig. 281) weichen mannigfach von denen der Gräser in der Form ab; ihre Scheiden sind nicht offen, sondern rings um den Halm zusammengeschlossen; das Blatthäutchen fehlt oft und der eigentliche Blatttheil ist scharf gekielt rinnenartig zusammengebogen und theilweise auch noch halb scheidenartig dem Halme angeschmiegt. — Die Blätter der Gräser sind ausgezeichnete Beispiele **paralleladeriger** Blätter. Eine große Zahl linienförmiger Gefäßbündel durchziehen dieselben oft mit dem vollkommensten Parallelismus. Wo ein Blatt oder eine Blattscheide breiter wird, da sieht man die Zwischenräume des Parenchyms zwischen den Adern um ein Weniges deutlicher werden. Bei manchen Blättern laufen die Adern in der Scheide bogenförmig, dem Saume parallel, nähern sich gegen den Punkt, wo das eigentliche Blatt beginnt, einander so sehr, daß sie an diesem, oft sehr beträchtlich verschmälerten Punkte, sämmtlich neben einander in das Blatt eintreten, in welchem sie sich dann meistens wieder ein wenig mehr trennen. Die Adern ragen als scharfe zarte Reifen auf beiden Seiten der Blattfläche hervor; nur auf der inneren Seite der Scheide sind sie von der lockeren und farblosen Parenchymschicht ganz verdeckt, deren oberste Fortsetzung das Blatthäutchen ist.

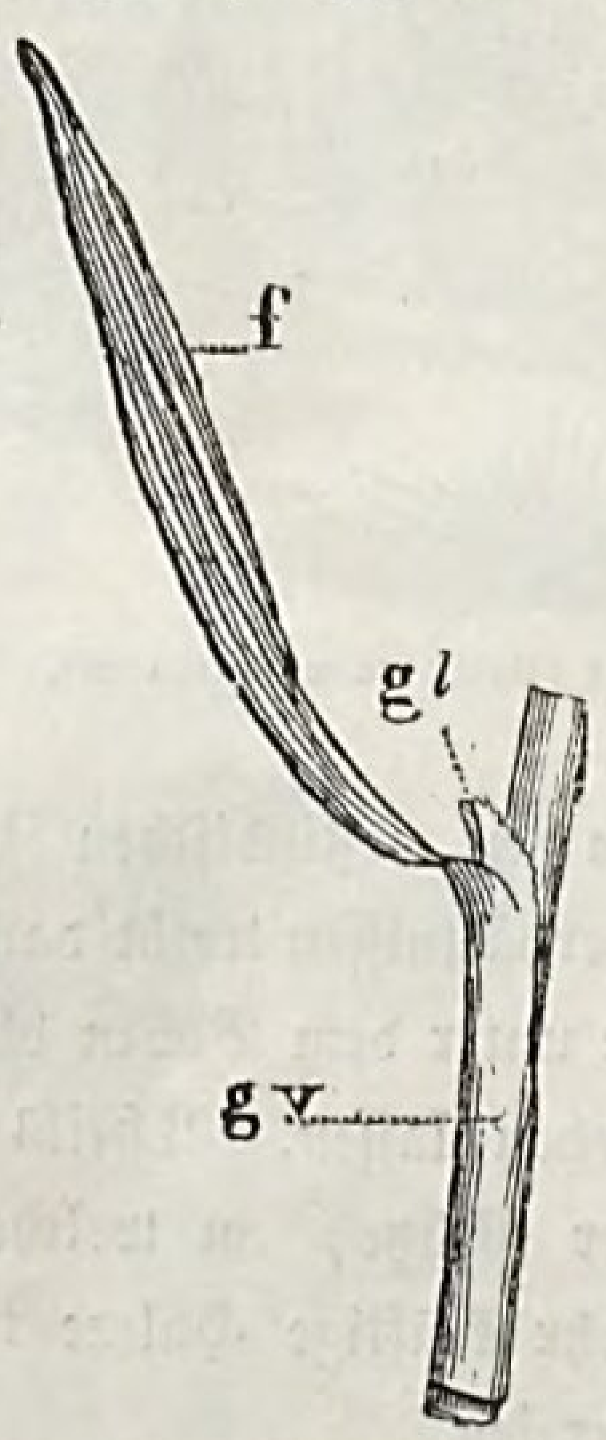


Fig. 280. Ein Abschnitt eines Halmes des schilfrohrähnlichen Glanzgrases (Phalaris arundinacea) mit einem Blatte; 1/4 d. nat. Gr. *

* *f* Der freie, eigentliche Blatttheil; *gv* der den Halm umfassende Scheidentheil; *gl* das Blatthäutchen.

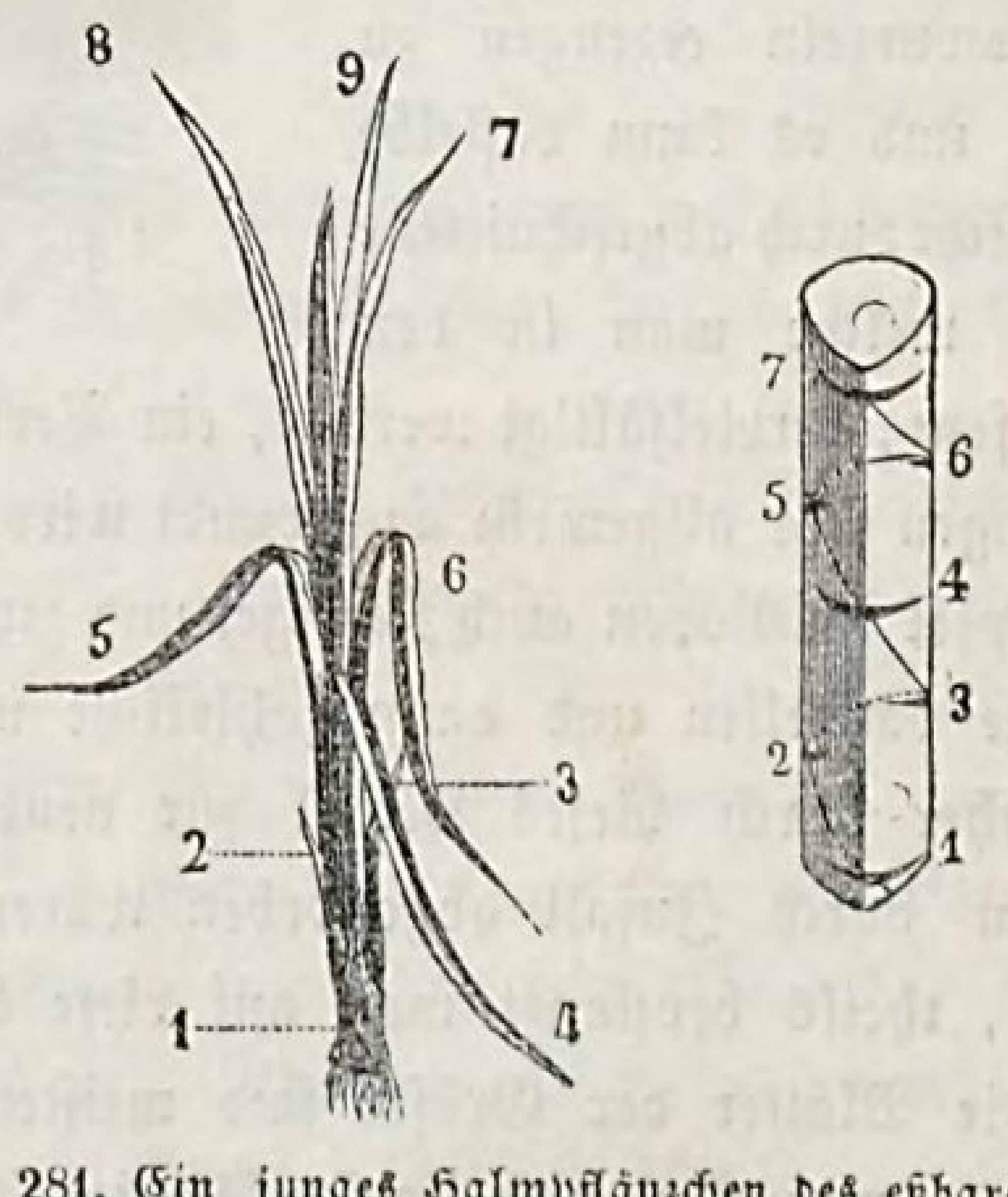


Fig. 281. Ein junges Halmpflänzchen des eßbaren Cypergrases (Cyperus esculentus) mit dreizeilig gestellten Blättern. Die Blätter sind numerirt. Daneben ein Stück eines Halmes in natürlicher Größe mit numerirten Blattabschnitten.

Auf den Adern stehen obendrein meistens Härchen, welche sehr häufig als äußerst kleine Stachelchen mehr dem Gefühle, als den Augen wahrnehmbar sind und die Rauhigkeit der Grasblätter verursachen, ja manchmal eine feilenartige Schärfe verrathen, wenn man versucht, mit dem Finger auf einem Blatte von der Spitze gegen den Halm zu fahren. Die untere Blattfläche ist mit zahlreicheren Spaltöffnungen der Oberhaut versehen, als die obere, doch sind sie auch hier nicht sehr zahlreich; auf den Blättern des Mais befinden sich nur etwa 4000 derselben. Sie sind immer, wie dieses bei allen hüllsamigen Pflanzen der Fall ist, ganz wie bei den Farren, von zwei kleineren schmalen, halbmondförmig gekrümmten Zellen, wie von zweien Lippen begrenzt. Es ist begreiflich, daß diese Lippen, wenn sie durch reichlichere Feuchtigkeit anschwellen und strotzen, eine stärkere Wölbung gegen einander erfahren und folglich einen weiteren Spaltraum zwischen sich lassen, als wenn sie in Folge von Feuchtigkeitsmangel saftlos und schlaff zusammensinken. Demnach wird durch diesen einfachen Mechanismus der Feuchtigkeitszustand des Innern der Blätter selbst regulirt, indem im ersteren Falle der Ueberfluß an Feuchtigkeit leicht der Luft mitgetheilt werden kann, während in letzterem Falle die Verdunstung fast ganz aufgehoben sein muß.

Die Halbgräser und Gräser unterscheiden sich auch durch die Stellung ziemlich auffallend, in welcher die Blätter am Halme gefunden werden. Bei den ersteren weicht jedes Blatt von dem nächst unteren immer ziemlich genau um den dritten Theil des Umfanges des Halmes in der Richtung ab; jedesmal das vierte Blatt befindet sich daher genau über dem ersten (Fig. 281). Es ist dies eines der einfachsten Blattstellungsverhältnisse, welche bei Pflanzen vorkommen. Man kann dieselbe, indem man den Divergenzwinkel zweier auf einander folgender Blätter ausdrückt, mit $1/3$, als Eindrittelstellung, oder, indem man die Anordnung der Blätter am Halme im Ganzen betrachtet, als dreizeilige Stellung bezeichnen. Dieselbe drückt sich bei den Halbgräsern um so auffallender aus, als der Halm derselben dreikantig ist und an diese Form die rinnenartig an die Kanten sich anschmiegenden Blätter sich innig anschließen. Bei den Gräsern weicht der Divergenzwinkel der Blätter so beträchtlich von $1/3$ des Halmumfanges ab, daß man glauben sollte, es stände jedes Blatt dem vorhergehenden gerade gegenüber, also um $1/2$ des Halmumfanges abweichend, allein wenn man eine größere Zahl von Blättern genau vergleicht so findet man den Divergenzwinkel doch etwas kleiner, so daß eigentlich nie das dritte Blatt, wie es bei der Einzweitelstellung sein müßte, ganz genau über dem ersten steht. Sehr auffallend zeigt sich diese Abweichung in den Blüthen. Auch schon bei der ersten Entwicklung der Blätter macht sich der Unterschied ihrer Anordnung bei den Halbgräsern und Gräsern geltend. In den ganz jungen Halmsprossen, in welchen bei den Gräsern die Halmaxe noch ganz tief unten verborgen liegt, während sie bei den Halbgräsern sich schon allmählig verlängert, zeigen letztere schon die Regel ihrer Anordnung vollkommen deutlich auf einem Querdurchschnitte des Sprosses durch die Art, wie dieselben um die Halmaxe zusammengelegt sind und zugleich einander decken. Jedes Blatt deckt mit seinen zwei Seitenhälften die eine Seitenhälfte von zwei jüngeren, daher von ihm halb umfaßten Blättern, und da dasjenige, welches von ihm mit der linken Seitenhälfte gedeckt wird, tiefer am Halme entsprungen ist, als das mit der rechten Seitenhälfte gedeckte, so deckt die linke Seitenhälfte des zweiten wieder die rechte Seitenhälfte des dritten. Und ebenso zeigen die

Gräser in diesem frühen Zustande schon ihre eigenthümliche Blätterordnung, sowie auch die eigenthümliche Umrollung der Blattscheide und der noch in den Scheiden der älteren Blätter verborgenen eigentlichen Blatttheile. Diese Einrollung ist immer eine solche, welche man linksgerollt nennt, indem der linke Saum des Blattes in der gerollten Lage der äußere auf den rechten und inneren übergreifende ist. Es zeigt sich diese Einrollung sehr häufig noch an den Grasblättern, wenn dieselben schon ganz ausgebildet sind, in einer übrig gebliebenen Drehung oder schiefen Krümmung.

Der Halm der Gräser ist allemal an seinem oberen Theile vielfach verästelt, und die Aestchen zweiter, dritter, vierter oder fünfter Ordnung tragen die Blüthen. Jedoch nimmt ein solcher Blüthenstand eine sehr verschiedene Form an. Im Allgemeinen findet man die einzelnen Blüthen mit sehr kurzen Stielchen zweizeilig an eine Axe gefügt, welche letztere durch die eng angedrängte Lage der Blüthen hin und her gebogen erscheint. Eine solche Blüthengruppe bildet ein Aehrchen. Nun sind aber solcher Aehrchen meistens wieder sehr viele zweizeilig oder dreizeilig, oder mehrzeilig um eine gemeinsame Hauptaxe gestellt und eng an dieselbe angedrängt, und bilden auf den ersten Anblick wieder ein gemeinsames Ganzes, die Aehre (Fig. 282). Das Ansehen einer solchen Aehre ist sehr verschieden, je nachdem die Aehrchen mit ihrer schmalen oder mit ihrer breiten Seite gegen die Axe der Aehre, die sogenannte Spindel, gestellt sind; in ersterem Falle hat sie eine breite, platte Form. Die Aehrchen sind bisweilen nicht gar kurzstielig, und man nennt eine aus solchen bestehende Aehre dann locker. In manchen Fällen stehen auch wohl die Aehrchen auf mehr oder weniger langen Stielen, an anderen mehr oder weniger langstieligen Hauptaxen, und bilden dann das, was man eine Rispe nennt und insbesondere Aehrchenrispe nennen kann (Fig. 283). Oft sind in einer Rispe die Aehrchen unter sich zu Aehren vereinigt, diese letzteren aber langgestielt und rispig angeordnet. Dieser Blüthenstand kann eine Aehrenrispe genannt werden. Ganz das Gegentheil finden wir beim Reiß (Fig. 284), indem hier jede einzelne Blüthe gestielt ist, und alle diese Blüthchen auf den kürzeren oder längeren Aesten



Fig. 282. Aehre und Pflanze der zweizeiligen Gerste (Hordeum distichon).



Fig. 284. Blüthenrispe und Pflanze des Reißes (Oryza sativa).



Fig. 283. Rispenförmiger Blütbenstand des gemeinen Hafers (Avena sativa). *

* a Der Barthafer; b der nackte Hafer.

einer Axe vereinigt eine Rispe bilden, welche man Blüthenrispe nennen könnte, welche aber durch die Kürze der Stielchen einer Aehre ziemlich ähnlich sieht. In wieder anderen Fällen stehen mehrere Aehren, wie die Blüthen in einer Dolde, auf ziemlich gleicher Höhe und bilden dann eine sogenannte Aehrendolde. Oder mehrere Aehren bilden vereinigt einen gemeinsamen Aehrenbüschel. Der ganze Blüthenstand, dessen Axen, wenn sie verlängert sind, Höhlungen besitzen, wie der Halm, dagegen, wenn sie nicht verlängert sind, mit lockerem Zellgewebe erfüllt erscheinen, befindet sich gewöhnlich über dem letzten ausgebildeten Blatte, und derselbe wird in diesem Falle von diesem letzten Blatte eine Zeit lang wie von einer Scheide umhüllt, verläßt dieselbe jedoch frühzeitig, indem der Halm sich stark verlängert. Beim Mais sehen wir dagegen schon ziemlich weit unten am Halme in den Blattachseln Zweige entspringen, welche mit stiellosen Blüthen, in zahlreichen Spiralreihen gedrängt besetzte Verdickungen, die sogenannten Blüthenkolben tragen; hier sind diese Kolben von vielen Deckblättern gleichsam umwickelt, während auf dem Gipfel des Halmes selbst eine große Rispe frei emporgetragen erscheint. Die einzelnen Rispenzweige, Aehren und Aehrchen, entspringen am Halme und dessen Verzweigungen, ohne daß ein Deckblatt sich zeige, in dessen Achsel sie ständen. Dagegen die einzelnen Aehrchen tragen wieder Blattorgane, welche jedoch sehr klein und einfach sind. Dieselben haben im Allgemeinen eine eiförmige oder lanzettliche Gestalt, und sind dabei scharf kielartig von beiden Seiten zusammengebogen; man findet keine Aehnlichkeit dieser sogenannten Spelzen mit den am Halme stehenden Blättern; es sind nur Phyllodien, welche anfänglich scheidenartig an die Axe gelegt sind, später aber sich abstehend in einem Winkel von derselben entfernen. Jedes Aehrchen trägt in der Regel, zunächst am Grunde, zwei solche Spelzen, von welchen, falls das Aehrchen mit seiner schmalen Seite gegen die Axe gestellt ist, die auswärts entspringende die untere ist; doch befindet sich die andere so wenig höher, daß man oft nur mit Mühe einen Unterschied bemerkt. Bei den Halbgräsern ist meistens nur eine einzige schuppenartige Spelze unter jeder Blüthe vorhanden, und sie heißt hier wohl schlechthin das Deckblättchen. Die Blüthe selbst besteht bei dieser Familie aus einem kleinen Kreise von Borsten oder Fäden, welche die Stelle der Blumenblätter vertreten, und welche die Staubfäden und Fruchtknoten umschließen. Manchmal fehlen auch jene borstenförmigen Blumenblätter ganz, dagegen kommt es auch vor, daß dieselben zu einer gemeinsamen, aber an ihrem Rande in die einzelnen Borstenspitzen auslaufenden, glockenförmigen Hülle vereinigt

sind, welche hernach noch die reife Frucht umgibt. Bei den Wollgräsern (Eriophorum), welche man in torfigen Sümpfen so häufig antrifft, wachsen die Borsten um die reifende Frucht zu 1 bis 2 Zoll langen baumwollähnlichen Fäden aus, und diese Fäden verhüllen dann als eine weiße Flocke die ganze Aehre. Staubfäden sind in den Blüthen der Halbgräser drei vorhanden, und der Fruchtknoten ist aus dreien Karpellen gebildet, welche völlig vereinigt sind, deren Zahl jedoch bei vielen durch die Dreitheiligkeit der Narbe auf dem scheinbar einfachen Griffel sich deutlich beurkundet. Mitunter ist ein Griffel verkümmert, so daß nur zwei solche gefunden werden. In jedem Fruchtknoten befindet sich nur eine einzige Samenknospe, und diese entwickelt sich zu einem dünnhäutigen Samen. Der ganze Fruchtknoten stellt bei der Reife eine dreikantige Nuß, mit braunglänzender Schale dar. Der Embryo dieser Halbgräser liegt meistens am Grunde eines verhältnißmäßig beträchtlichen Endosperms eingebettet (Fig. 285), mitunter an dasselbe nur innig angedrückt. Derselbe hat gewöhnlich die Gestalt eines sehr kleinen Kreisels; seine Hauptmasse besteht aus dem merkwürdig entwickelten Axenorgane, der Anlage zu einem Rhizome, und das Wurzelpünktchen, sowie der Cotyledon und die kleine Spalte, aus welcher das Keimungsknöspchen hervorbrechen soll, alle diese Theile sind nur in äußerster Kleinheit an der Seite dieses Axenorganes ausgebildet (Fig. 286). Das aus der Keimungsknospe entspringende Axenorgan ist demnach eigentlich ein Zweigsproß der Embryonalaxe.

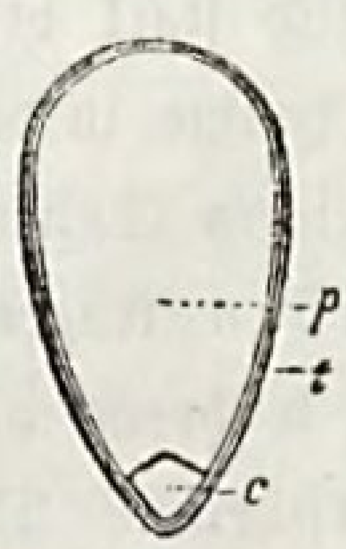


Fig. 285. Senkrecht geschnittener Same eines Riedgrases (Carex depauperata), 10fach vergrößert. *

* *t* Samendecken; *p* Endosperm; *c* der Embryo.

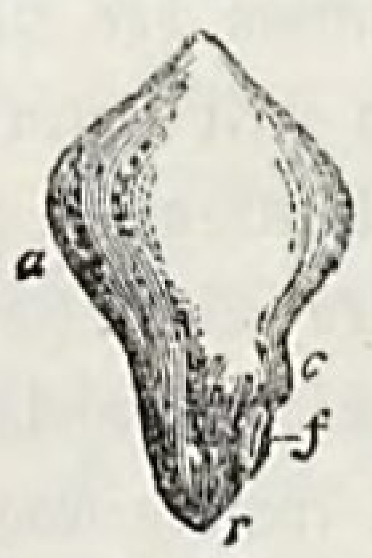


Fig. 286. Der Embryo des nämlichen Riedgrases, 100fach vergrößert. *

* *a* Axenorgan; *r* Wurzelpünktchen; *c* Cotyledon; *f* Keimungsspalte.

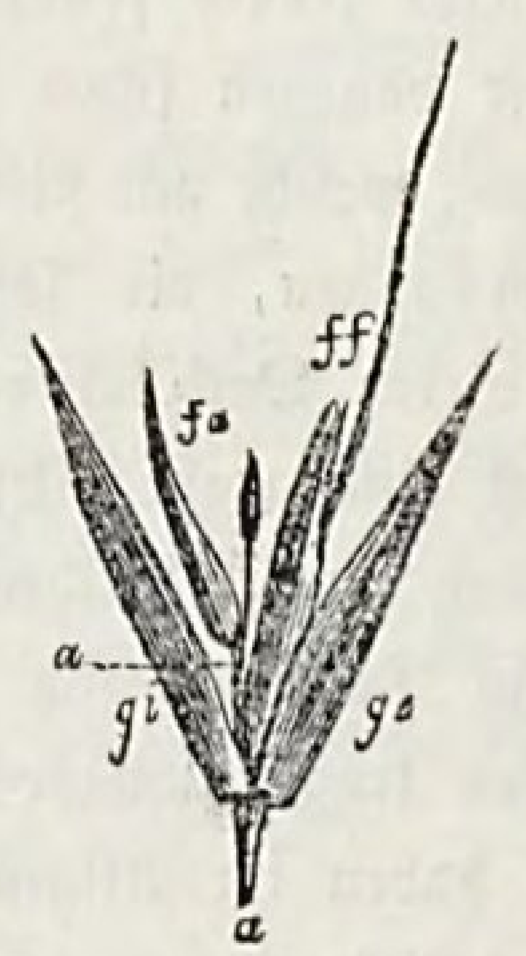


Fig. 287. Ein Aehrchen von der Rispe des gemeinen Hafers (Fig. 283). *

* *aa* Axe des Aehrchens; *ge* äußere und untere Deckspelze des Aehrchens; *gi* innere und obere Deckspelze; *ff* eine fruchtbare Blüthe noch in ihren Blüthenspelzchen verborgen, von denen das äußere eine Granne trägt; *fa* zwei höher stehende „taube Blüthen", d. h. Paare von Blüthenspelzchen, innerhalb deren sich keine Fortpflanzungsorgane ausgebildet haben.

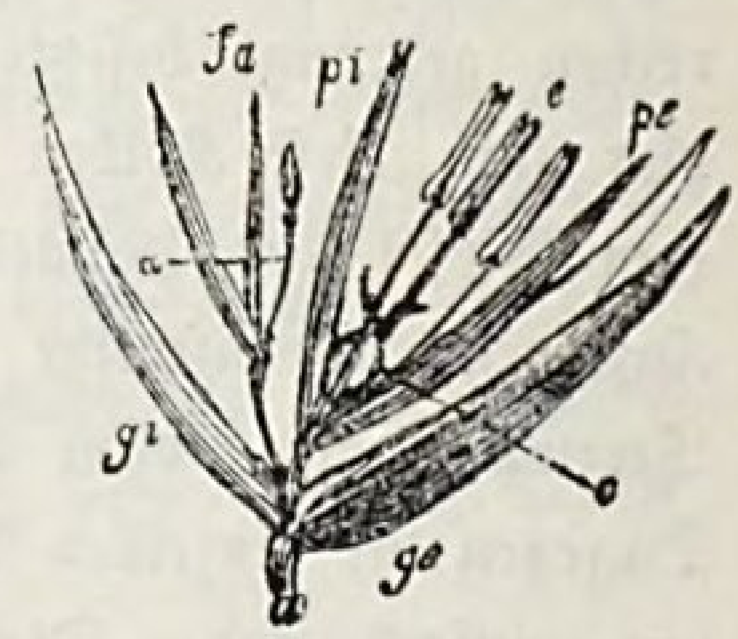


Fig. 288. Ein Aehrchen von der Rispe des gemeinen Hafers mit aufgeblühter Blüthe. *

* *aa* Axe des Aehrchens; *ge* äußere Deckspelze; *gi* innere Deckspelze; *fa* taube Blüthen; *pe* äußeres Blüthenspelzchen mit geknickter Granne; *pi* inneres Blüthenspelzchen, in zwei Spitzen endigend; *e* Staubfäden; *o* Fruchtknoten.

Bei den ächten Gräsern ist der Bau der Blüthe ganz anders. Nicht allein trägt jedes Aehrchen immer, mit seltenen Ausnahmen, zwei Deckspelzen, welche sich gegenüber stehen, sondern über diesen Spelzen trägt die Axe des Aehrchens an ihren beiden Seiten meistens mehrere, abwechselnd gestellte Blüthen, von denen gewöhnlich nur eine oder zwei oder drei entwickelte Fortpflanzungsorgane besitzen, während die andern, besonders die obersten, gänzlich verkümmert sind (Fig. 287). Nach der Zahl der vorhandenen Blüthen nennt man die Aehrchen ein-, zwei- oder mehrblüthig. Ersterer Fall ist der seltenste, und es fehlen dann dem einblüthigen Aehrchen die Deckspelzen wohl gänzlich. Jede einzelne Blüthe aber besteht wieder

aus zweien besonderen Deckspelzen, den Blüthenspelzchen, welche auch einander gegenüber stehen, das eine, der Axe des Aehrchens zugewandte, etwas höher, als das andere, auswärts gewandte (Fig. 288 und 289). Durch die innige scheidenartige Ineinanderfügung, in welcher sich alle diese Blüthendecken an dem Aehrchen befinden, ist das obere und meistens geringere der beiden Blüthenspelzchen gewöhnlich der Länge nach, nicht allein in das gegenständige Spelzchen eingedrängt, sondern in seiner Mittellinie, anstatt ausspringend gekielt zu sein, vielmehr einspringend gekielt. Dasselbe endigt gewöhnlich in ein zweispitziges Häutchen. Das untere, demselben gegenständige und es umfassende Blüthenspelzchen ist meistens die beträchtlichste von allen Spelzen, und dasselbe zeigt oft noch besondere Eigenthümlichkeiten, zumal die, daß es auf seiner Spitze eine mehr oder weniger entwickelte, oft ungeheuer lange, scharf stachlig rauhe Borste, die sogenannte Granne oder Achel, trägt (Fig. 287 und 288). Die Spelzen sind Phyllodien, den Blattscheiden entsprechend; die Granne läßt sich daher dem eigentlichen Blatttheile eines Grasblattes vergleichen, ein Vergleich, welcher um so wahrscheinlicher wird, wenn wir sehen, daß häufig das Spelzchen vor der Granne sich noch mehr oder weniger in ein, meistens zweispitziges Blatthäutchen verlängert, so daß die Granne auf dem Rücken des Spelzchens zu entspringen scheint, wo sie obendrein oft ganz, wie die Blätter so häufig, knieförmig rücklings gebogen steht. Ja, die Granne beweist ihre Uebereinstimmung mit dem Blatte sogar dadurch, daß sie bei manchen Grasarten, z. B. beim Hafer, gedreht erscheint. Die Spelzen sind meistens mit kurzen Stachelhärchen besetzt, besonders auf den Mittelrippen, und es gibt einige Arten, bei welchen solche Stacheln sehr rauh und scharf, und wohl gar rückwärts gerichtet sind. Dagegen kommen auch andere Arten vor, deren Spelzen mit den feinsten, seidenartig glänzenden Flaumhärchen besetzt sind, wie z. B. das bewimperte Perlgras (Melica ciliata), welches in einigen Gebirgsgegenden Mitteleuropa's gefunden wird.

Eigentliche Blumenblätter fehlen bei der Grasblüthe meistens ganz. Doch finden sich bei einigen Grasarten zwei, noch seltener drei, ganz kleine schüppchenförmige Blättchen (Fig. 289, p), welche nur mit Mühe aufgefunden werden, oder statt derselben zarte Borsten. Diese Organe sind wirklich eine Andeutung eines Perigons.

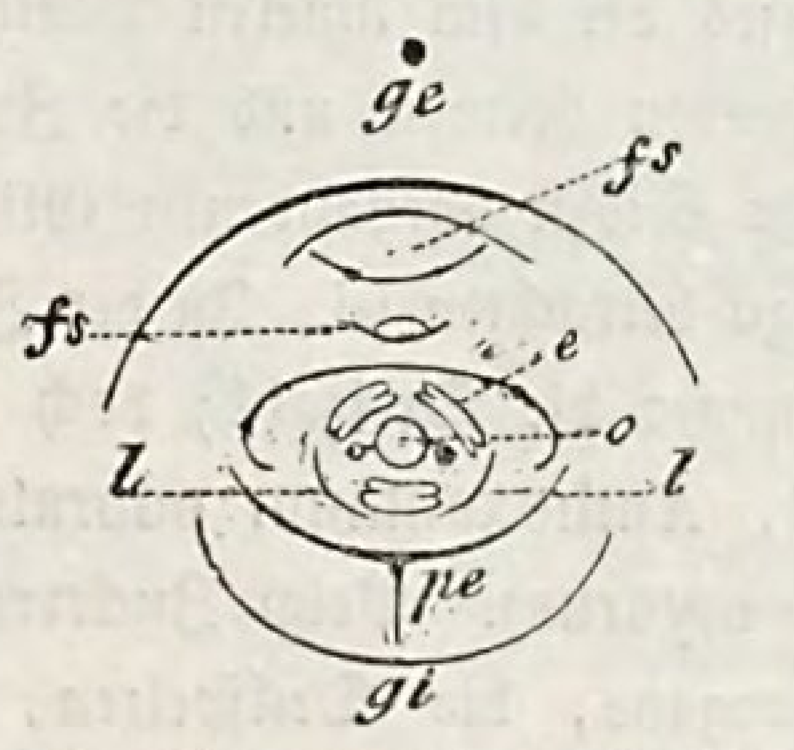


Fig. 289. Diagramm eines Haferährchens. *

* *ge* Aeußere Deckspelze, bei dem herabhangenden Aehrchen der Axe des Rispenzweiges zugewandt, welche hier durch den Punkt angezeigt ist; *gi* innere Deckspelze; *fs* die beiden unfruchtbar gebliebenen Blüthen, von welchen nur die Blüthenspelzchen entwickelt sind; *pe* äußeres, mit der Granne versehenes Blüthenspelzchen der fruchtbaren Blüthe; das gegenüberstehende innere Blüthenspelzchen hat keine Bezeichnung erhalten; *ll* die beiden Perigonblättchen; *e* die Staubfäden; *o* der Fruchtknoten, dessen beide Griffelnarben durch Punkte bezeichnet sind.

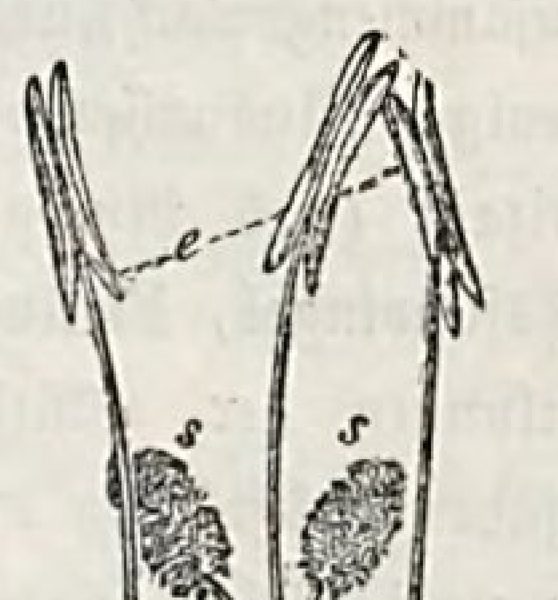


Fig. 289, *a*. Die fruchtbare Blüthe des Haferährchens nach Entfernung der Spelzen, vergrößert. *

* *p* Perigonschüppchen; *e* Staubfäden; *o* Fruchtknoten; *s* federförmige Narben der beiden Griffel.



Fig. 290. Der obere Theil eines Staubfadens aus der Blüthe des schmalhalmigen Rispengrases (**Poa compressa**), vergrößert. *

* *f* Filament oder Träger; *l* die beiden gekrümmten Antherenfächer.

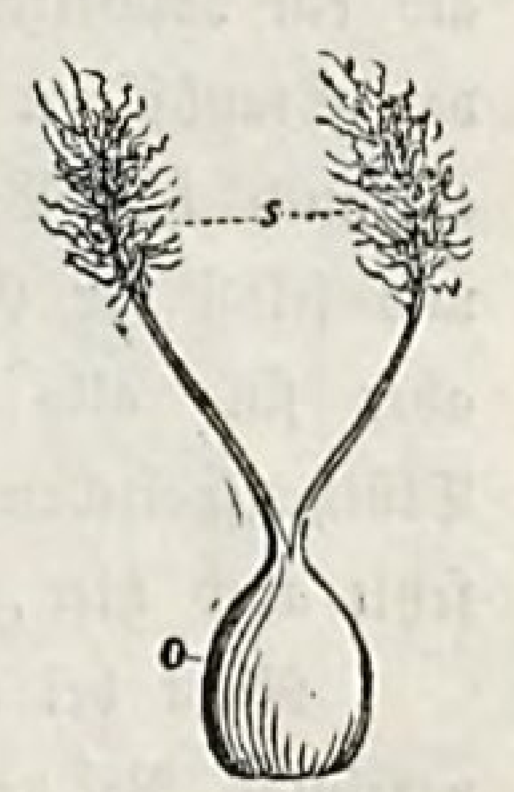


Fig. 291. Der Fruchtknoten des Hundszahn- oder Mannafingergrases (**Cynodon dactylum**), vergrößert. *

* *o* Fruchtknoten; *s* federförmige Narben der beiden Griffel.

Da dieselben, wie mehr oder weniger ja alle Blumenblätter und anderen Blüthentheile, Honigsaft aussondern, so hat man dieselben auch wohl als Honigdrüsen oder Nektarien bezeichnet. Sie umschließen am Grunde die Fortpflanzungsorgane (Fig. 289), zunächst drei Staubfäden mit äußerst dünnen, fadenförmigen Filamenten, auf deren Spitze verhältnißmäßig beträchtliche, sehr schmale und lange Staubbeutel hangen. Mitunter sind nur zwei, bei einigen Gattungen dagegen zweimal drei oder noch mehr Staubfäden vorhanden. Die Antheren bestehen deutlich aus zweien Hälften, welche sich, nur in der Mitte ihrer Länge durch das Connektiv der Filamentspitze zusammengehalten, an beiden Enden von einander trennen und nach Außen krümmen, so daß sie eine)(förmige Figur darstellen (Fig. 290). Die Filamente mit den Antheren hangen, wenn die Spelzen sich zur Blüthezeit von einander gespreizt haben, aus dem offenen Aehrchen hervor. In ihrer Mitte befindet sich ein Stempel, mit einfachem kugeligem Fruchtknoten, welcher in den allermeisten Fällen durch zwei Griffel seine Zusammensetzung aus so vielen Karpellen beurkundet. Die Griffel tragen Narben von einer sehr zierlichen Beschaffenheit, welche übrigens bei den Halbgräsern und selbst bei den Graslilien sich ähnlich findet. Es sind nämlich die wärzchen- und fadenartigen Hervorragungen der drüsigen Zellen der Narbe hier so ausgezeichnet entwickelt, daß die ganze Narbe gleichsam einen federförmigen Büschel von äußerst zarten Flaumhärchen darstellt (Fig. 291). Man bemerkt an den blühenden Grasährchen diese weißen Federchen mit Leichtigkeit. Der Fruchtknoten enthält stets nur eine einzige Samenknospe, welche als unmittelbare Gipfelknospe der Blüthenaxe vom Grunde des Fruchtknotens gerade emporsteigt.

Bei den ächten Gräsern scheint auf den ersten Blick die Zweizahl in den Organen zu herrschen, und besonders spricht diese sich auch in den Blüthen fast durchweg aus. Dennoch gibt es Gründe, diese Abweichung von dem, bei den Monocotyledoneen so allgemeinen Zahlenverhältnisse, nur für eine scheinbare zu halten und anzunehmen, daß entweder das dritte Glied jedes organischen Complexes hier durch besondere Bedingungen unterdrückt sei, wie bei den Halbgräsern mit zweien Griffeln das dritte Karpell, oder daß, wie dieses bei dem inneren Blüthenspelzchen durch die Anordnung der dasselbe durchziehenden Nerven und die Zweispitzigkeit desselben sehr wahrscheinlich wird, eines der beiden vorhandenen Glieder als ein doppeltes, aus zweien zusammengewachsenes, zu betrachten sei. In der Zahl der Staubfäden herrscht, mit wenigen Ausnahmen, immer die Dreizahl; doch gibt es auch hier Beispiele der Zweizahl (das Ruchgras, Anthoxanthum odoratum) und selbst der Einzahl (der Fuchsschwingel, Festuca myurus). Beim Zuckerrohre aber sind alle einzelnen Abtheilungen der Blüthenorgane, die Deckspelzen, die Blüthenspelzchen und die Staubfäden vollständig dreizählig; nur das dritte Karpell fehlt auch hier, indem man nur zwei Griffel findet.

Nicht bei allen Grasgewächsen sind in allen Blüthen Staubfäden und Stempel vereinigt. Bei den Halbgräsern sind die Aehrchen der Cypergräser (Cyperus), der Binsengräser (Scirpus) und Wollgräser (Eriophorum) zwitterblüthig; bei den Riedgräsern (Carex) sind die Blüthen durch regelmäßiges Fehlschlagen der weiblichen oder der männlichen Organe stets eingeschlechtig, immer aber monöcisch, und zwar ist meistens eine am Gipfel des Blüthenstandes befindliche Aehre ganz männlich, während die tiefer stehenden nur in ihren oberen Blüthen männlich, in

den unteren dagegen weiblich, und die untersten Aehren ganz weiblich sind; oft ist die Gipfelähre allein männlich, oder selbst von dieser nur der obere Theil. Unter den ächten Gräsern, bei welchen im Allgemeinen Zwitterblüthen die Regel sind, und nur ausnahmsweise manche Blüthen bloß männlich oder bloß weiblich werden, zeichnet sich der Mais (Fig. 292) durch Trennung der Geschlechter aus, und zwar sind alle sämmtlichen Blüthen der Rispe, welche auf dem Gipfel des Halmes steht, ausschließlich männlich, während dagegen sämmtliche Blüthen der Kolben, welche in den Blattachseln stehen, ebenso ausschließlich weiblich sind. Die Narben dieser, nur mit sehr kleinen Spelzen versehenen, Blüthen sind sehr lang fadenförmig, und hangen als ein langer Büschel aus der von Deckblättern gebildeten Hülle des Kolbens hervor (Fig. 295). Es ist begreiflich, wie wichtig es für die Erreichung des Zweckes der Befruchtung ist, daß die männlichen Blüthen in solchen Fällen stets die höhere Stellung einnehmen, und also den Pollenstaub gleichsam aus der Höhe auf die Narben herabschütten können.

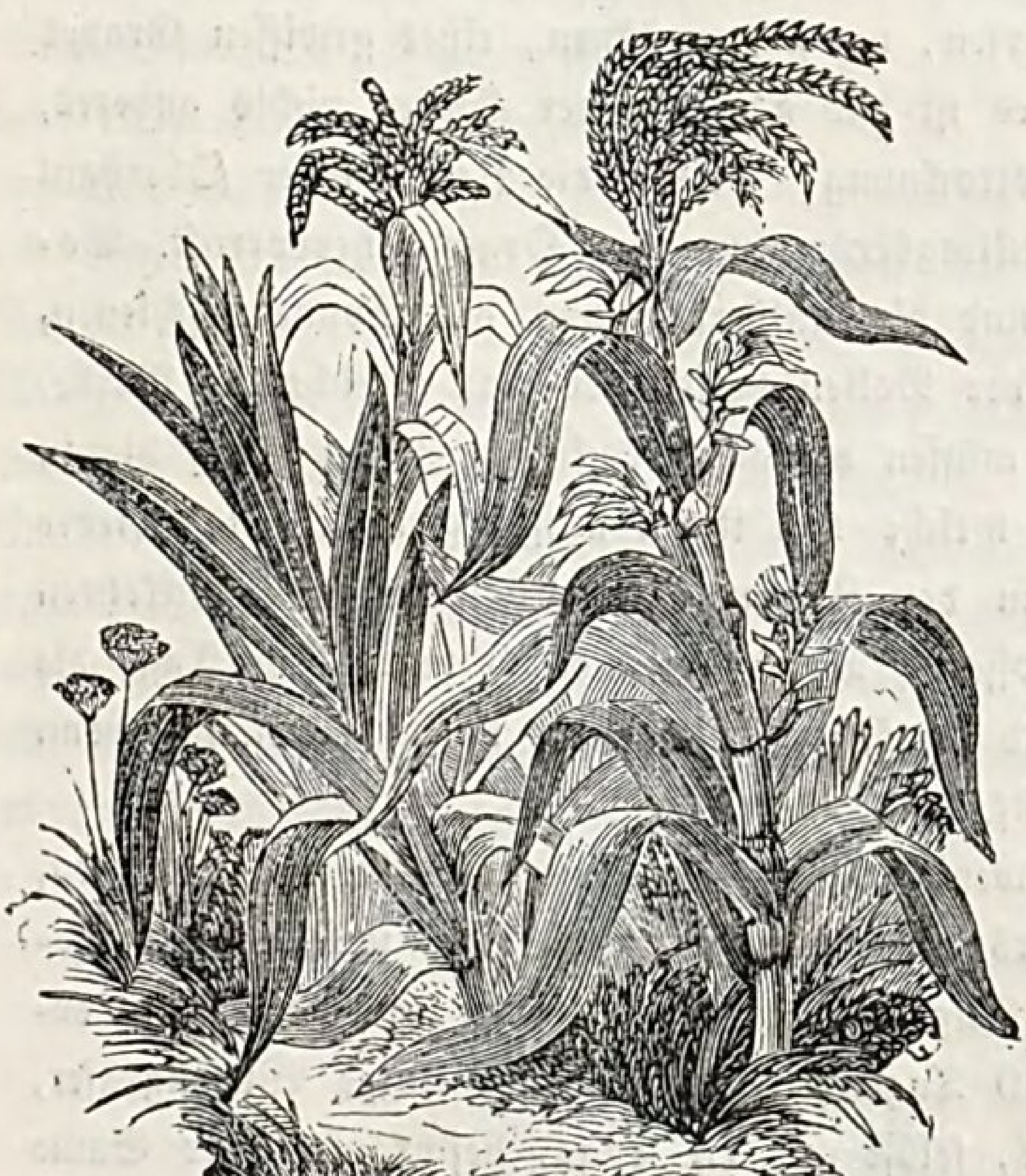


Fig. 292. Der Mais oder das Türkenkorn (Zea mais) mit männlichen gipfelständigen Blüthenrispen und weiblichen achselständigen Blüthenkolben.

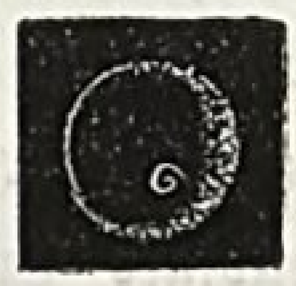


Fig. 293. Pollenzelle des knäueligen Fingergrases (Dactylis glomerata).

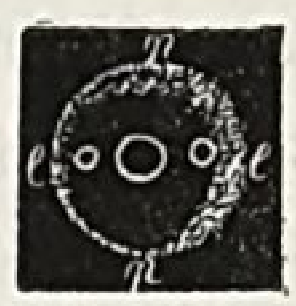


Fig. 293 bis. Pollenzelle des Hanfes (Cannabis sativa) mit dreien Poren.

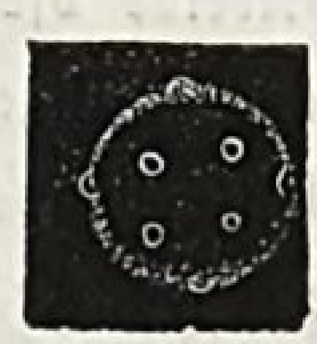


Fig. 293 ter. Pollenzelle einer Lerchenspornpflanze (Corydalis capreolata) mit vielen Poren.

Die Pollenzellen der Gramineen sind nicht, wie die der Liliaceen, mit einer Längsfalte versehen, welche, bei der Anschwellung des Inhaltes, zum Hervortritte des Pollenschlauches Gelegenheit bietet, sondern sie besitzen eine andere Vorrichtung zu dem nämlichen Zwecke. Sie zeigen nämlich eine dünnere Stelle mit kreisförmigem oder spiralförmigem Umrisse (Fig. 293), sei es nun, daß die Verdickungsschicht der äußeren Zellenmembran an einem Punkte fehle, oder eine spirallinienförmige Lücke habe, oder daß die firnißartige Aussonderungsschicht, welche die Membran äußerlich bedeckt, hier lückenhaft sei. Es findet sich eine ähnliche Vorrichtung bei den Pollenzellen mancher anderer Monocotyledoneen und auch bei Dicotyledoneen, nur wiederum mit dem Unterschiede, daß bei den letzteren solcher „Poren" oder „Tüpfel" drei (Fig. 293 bis) oder mehrere (Fig. 293 ter) vorhanden zu sein pflegen, während bei den ersteren die Einzahl constant ist.

Da die Bildung von Pollenschläuchen durchaus nothwendig ist, damit die

Befruchtung der Samenknospe im Fruchtknoten stattfinden könne, und da Pollenzellen, der unmittelbaren Einwirkung von Wasser ausgesetzt, durch die allseitige und allzustarke Einsaugung zerplatzen, ohne Pollenschläuche bilden zu können, so läßt sich daraus ermessen, wie nachtheilig dem Zwecke der Blüthe ein einziger Regentropfen sein müßte, welcher zur Unzeit in dieselbe eindringen würde. Wir haben jedoch hier ein Beispiel bemerklich zu machen von der wunderbaren Sicherheit, mit welcher in der Natur für alle Zwecke gesorgt ist, einer Sicherheit, welche als ein nothwendiges Ergebniß der Mittel erkannt werden muß, durch welche die Zwecke selbst von der Natur vorbereitet werden. So sicher, wie die überhandnehmende Spannung des Dampfkessels selbst das Sicherheitsventil öffnet, um der Zersprengung der Maschine vorzubeugen, so sicher, wie durch das Sinken des Wassers die Zulassung neuen Wassers veranlaßt wird, mit welchem die Maschine sich selber speist, so sicher schützt sich die Blüthe vor der Zerstörung des Pollens durch zeitiges Schließen, und so gewiß erreicht sie die Befruchtung durch rechtzeitiges Oeffnen ihrer Hüllen. Die Blüthenhüllen bedürfen, um sich zu öffnen, eines gewissen Grades von Austrocknung, oder vielmehr, es ist das Oeffnen der Hüllen nichts anderes, als ein nothwendiger Erfolg der Austrocknung, welche die Zellen ihrer Oberhaut geschwinden läßt und dadurch die Rücklingskrümmung des Organs hervorruft. Sobald die Hüllen sich geöffnet haben und die Antheren, von der Sonne beschienen, austrocknen und aufspringen, wird der Pollen verschüttet und erreicht die Narbe. Bereitet sich dagegen Regen vor, so müssen die ausgetrockneten Zellen durch die in der Luft vorhandenen Wasserdünste, welche von ihnen aufgesogen werden, wieder anschwellen und die Blüthenhüllen in den Zustand der Knospenlage zurückkehren lassen. Der Regen findet sie verschlossen. Daher wird durch regnerische Tage die Blüthe der Getreide oft so auffallend verzögert, nicht aber völlig vereitelt, wenn nur mitunter ein sonniger Tag eintritt.

Es ist allgemein bekannt, wie wenige Wochen nach der Blüthezeit hinreichen, um den Samen der Gräser, besonders der wichtigsten derselben, unserer Getreidearten, zur Reife zu bringen. Im Allgemeinen hält sich die zur Samenreife erforderliche Zeit zwischen 16 und 30 Tagen; allein es gibt einige Wiesengräser, bei welchen diese Zeit sich noch mehr, selbst auf 13 Tage, beschränkt. Der Same der Gräser unterscheidet sich von dem der Halbgräser sehr wesentlich. Hier nämlich verwächst sehr frühzeitig und mit völliger Beseitigung des Perispermgewebes das Endosperm mit der Samendecke und mit den Karpellen, und zwar zu einer Zeit, wo alle diese Theile noch zart genug sind, um mit dem Endosperm so völlig sich zu vereinigen, daß man hernach nicht im Stande ist, sie von einander zu unterscheiden. Es bildet bei der reifen Frucht die aus den Karpellen entstandene Fruchthülle unmittelbar selber die Haut des Samens (Fig. 294). Man hat diese Frucht daher mit dem besondern Namen Caryopse, Schalfrucht oder Hautfrucht, benannt. Als solche sind also die Getreide- und Maiskörner zu betrachten, welche man gewöhnlich für nackte Samenkörner zu halten pflegt. Diese Früchte stehen beim Mais (Fig. 295) ganz nackt in zahlreichen Reihen an der Kolbenaxe, welche zu dieser Zeit an Dicke so sehr zugenommen hat, daß die Hüllblätter, welche die weiblichen Blüthen bis auf die fadenförmigen Griffel ganz verdeckten, auseinander gedrängt werden. Die Griffel gehen übrigens erst bei der völligen Reife ganz ver-

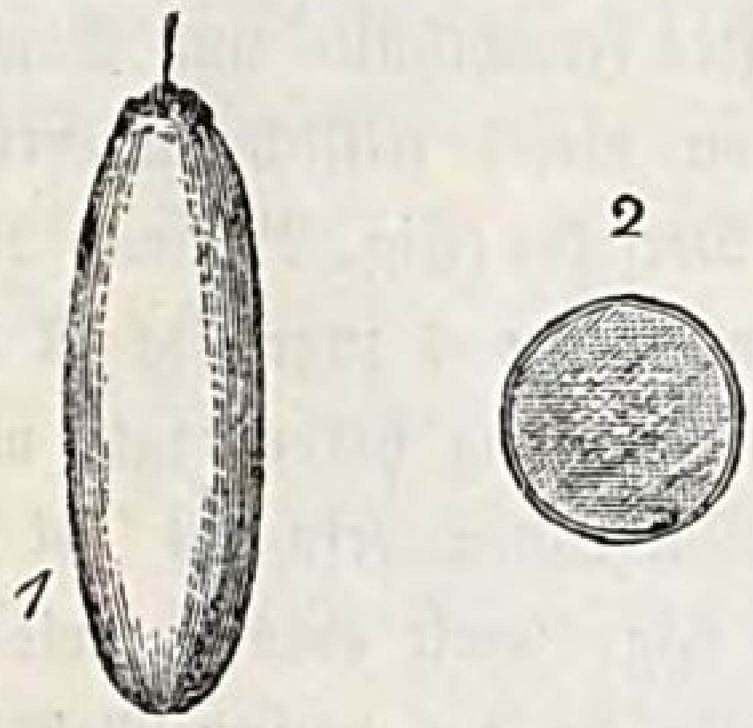


Fig. 294. Die Hautfrucht des Roggen (Secale cereale) oder das „Roggenkorn“. 1 Das ganze Korn, an dessen Gipfel ein Büschel von Härchen die frühere Stellung der Griffel bezeichnet, 2 Querschnitt desselben, um zu zeigen, wie das Endosperm mit der Samendecke und Fruchthülle verwachsen ist.

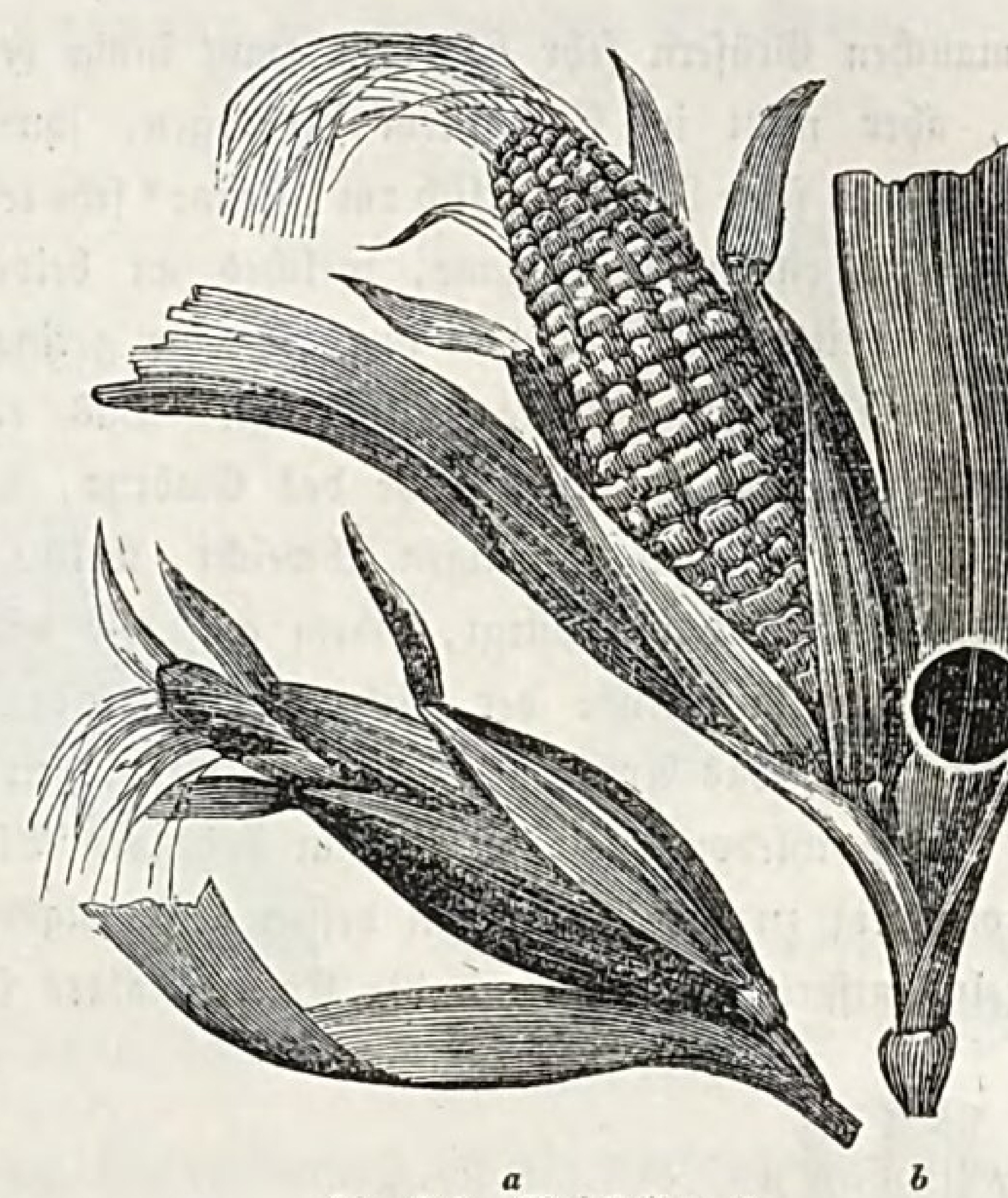


Fig. 295. Maiskolben. *

* a In der Blüthezeit; b nahe vor der Fruchtreife.

loren, und können so lange noch immer mit Deutlichkeit zeigen, daß das Maiskorn nicht ein bloßer Samen, sondern eine ganze Frucht sei. Beim Weizen, Roggen und manchen anderen Gräsern stecken die reifen Früchte halb verborgen in den sich fortwährend erhaltenden Spelzen. Bei der **Gerste**, dem **Reiß**, dem **Dinkel** (Fig 296) und **Hafer**, und der **Hirse** schließen die Spelzen um die Frucht so fest zusammen, daß sie mit derselben abfallen und beim Dreschen in derselben stecken bleiben, ja bei der Gerste sind die inneren Spelzen sogar mit der Fruchthülle locker verwachsen. Die meisten Grasfrüchte oder sogenannten Grassamen sind sehr klein; die größten sind die des Mais, demnächst unsere gewöhnlichen Getreidekörner. Die der **Hirse** (Fig. 296 bis) jedoch nähern sich, obwohl sie in manchen Gegenden ein sehr wichtiges Getreide sind, den Samen der im gewöhnlichen Leben sogenannten „Gräser“ unserer Wiesen, ja sie gehören zu den kleinsten aller Grasfrüchtchen.

Der **Embryo** liegt in den Grasfrüchten am unteren Ende unter der zu einer



Fig. 296. Aehre und Pflanze des Dinkels oder Spelzkornes (Triticum spelta) von der grannigen Varietät.



Fig. 296 bis. Die italienische Hirse (Setaria Italica).

bei manchen Gräsern sehr haarigen Haut innig vereinigten Fruchthülle und Samendecke, aber nicht im Endosperm verborgen, sondern an dieses seitlich angedrückt. Man erkennt seine Lage äußerlich am „Korne" sehr leicht. Derselbe (Fig. 297 und 298) besteht aus einem Axenorgane, welches an beiden Enden etwas zugespitzt ist und in dessen Mitte ein Cotyledon nur als eine geringe Anschwellung hervorragt, unter welcher die Keimungsspalte sichtbar ist. Das erste Würzelchen erscheint bei der Keimung an dem untersten Ende des Embryo, dessen Lage somit ebenso, wie bei den Halbgräsern, von derjenigen abweicht, welche derselbe bei der großen Mehrzahl der Pflanzen zu haben pflegt, indem er, wie wir bei mehreren Beispielen gesehen haben, sein Wurzelende der Mikropyle zuwendet. Doch vielleicht würde es nicht unrichtig sein, das Axenorgan des Embryo als ursprünglich wurzellos zu betrachten, und den Cotyledon als ein an ihm stehendes Blatt, das Keimknöspchen aber als Rhizomzweig zu betrachten, an dessen Ursprungspunkte die Wurzeln als Adventivwurzeln entspringen, während die Embryonalaxe selbst ganz wurzellos bleibt.

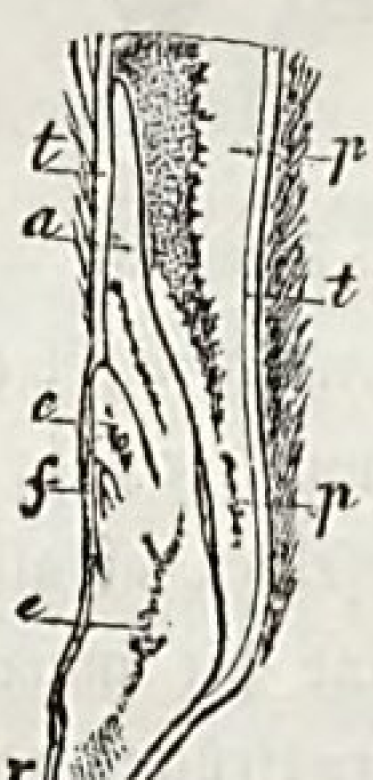


Fig. 297.
Senkrechter Schnitt durch die untere Hälfte eines „Haferkornes" vergrößert.*

* *t* Die Fruchthaut mit Haaren bedeckt; *p* Endosperm; *e* Embryo; *a* Axenorgan; *r* Wurzelpunkt; *c* Cotyledon; *f* Keimungsknöspchen, im Cotyledon verborgen.

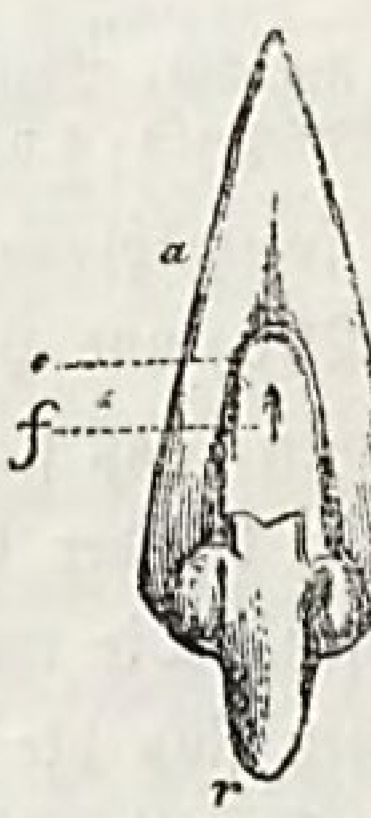


Fig. 298. Der Embryo des Hafers, von der Außenseite gesehen; vergrößert.*

* *a* Axenorgan; *r* Wurzelpunkt; *c* Cotyledon; *f* Keimungsspalte.

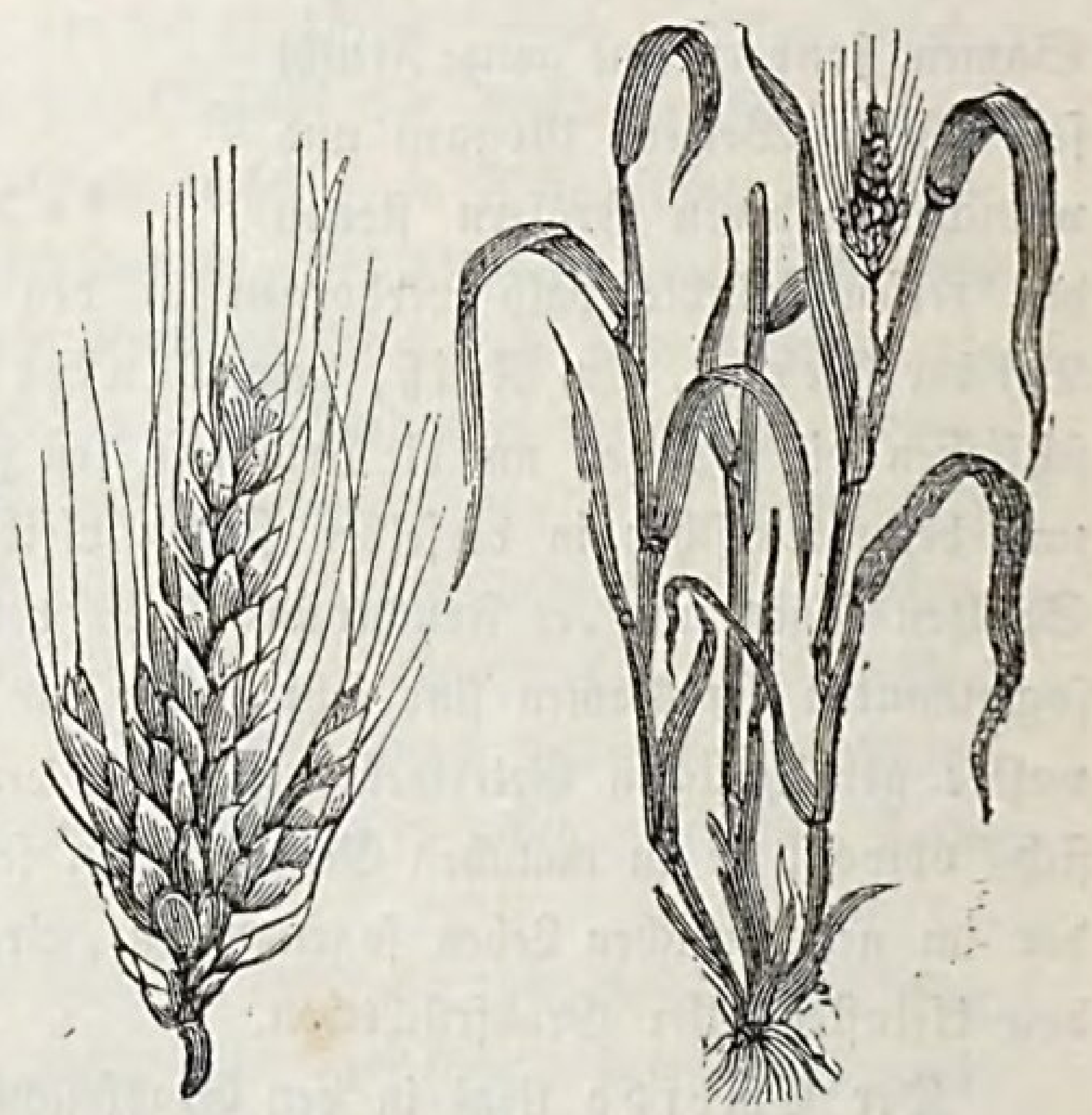


Fig. 299. Aehrenbüschel und Pflanze des Wunderweizens (Tritium compositum).

Die Getreidekörner liefern ausgezeichnete Beispiele von der fast unbegrenzt scheinenden Ausdauer der Entwicklungsfähigkeit pflanzlicher Organe. Man hat neuerdings in mehreren Gegenden Beispiele von solchen Körnern gesehen, welche aus ägyptischen Mumiengräbern entnommen waren, und wenigstens einige Jahrtausende in denselben geruht hatten, und welche nun ausgesäet, dennoch keimten und eine reichliche Ernte lieferten. Sie gehörten dem durch büschelige Aehren ausgezeichneten ägyptischen oder Wunderweizen an (Fig. 299). Diese Zähigkeit des Keimungsvermögens ist bei den Getreidekörnern um so auffallender, als dieselben einer Samenruhe fast gar nicht bedürfen, indem sie regelmäßig schon in demselben Herbste wieder ausgesäet werden können, in welchem sie gereift sind. Ja, es ist zu des Landmannes Kummer bekanntlich gar nicht selten, daß in regnerischen Erntezeiten nicht allein in den auf dem Felde aufgestellten Garben die Körner zu keimen beginnen, sondern es findet solches bei der Gerste, welche gegen Feuchtigkeit sehr empfindlich ist, nicht selten in nassen Sommern sogar noch auf dem Halme statt,

und zwar in solchem Grade, daß zuweilen die Gerstenähren wie Grasbüschel aussehen (Fig. 300).

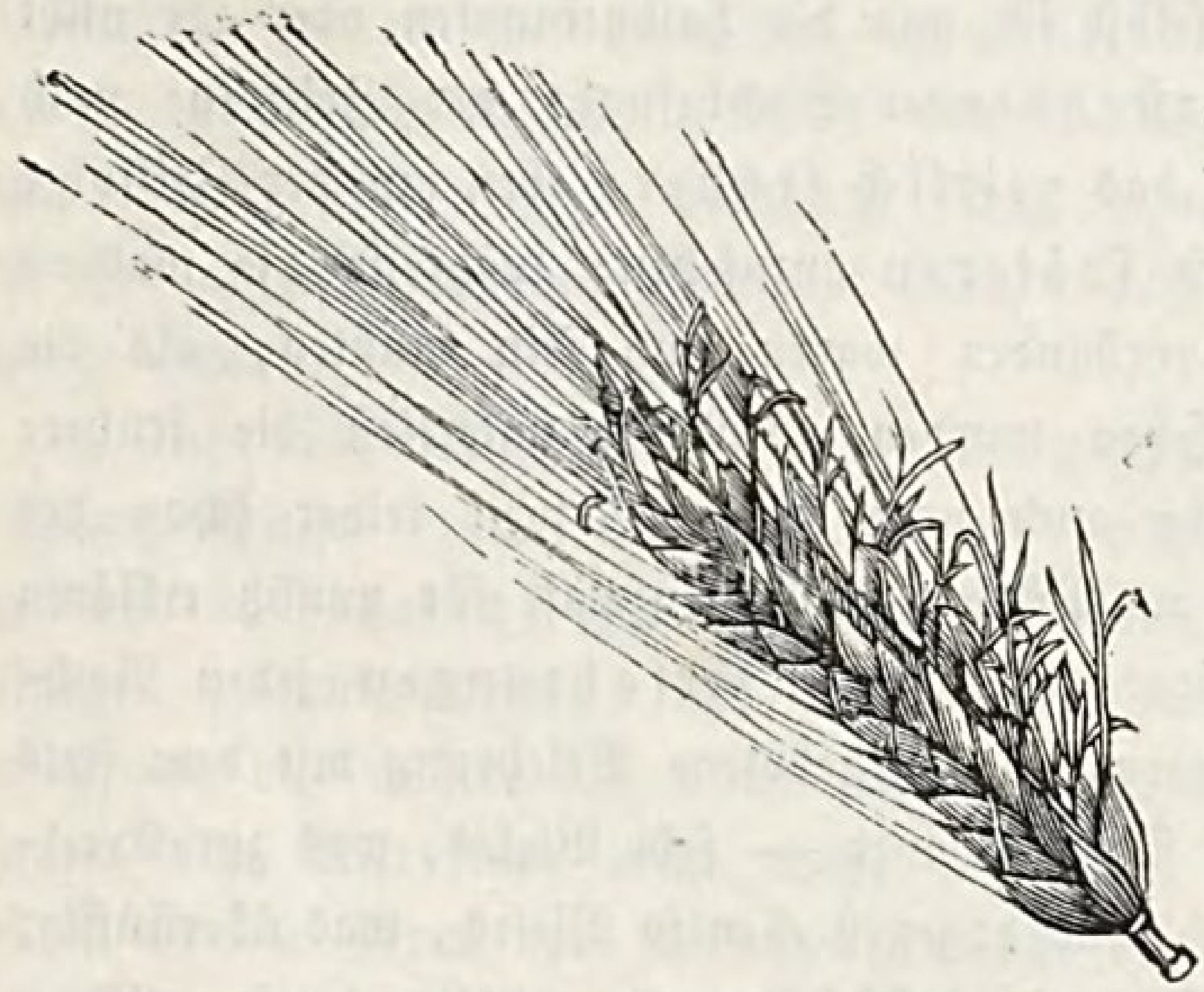


Fig. 300. Eine Gerstenähre mit vorzeitig auf dem Halme ausgekeimten Körnern.

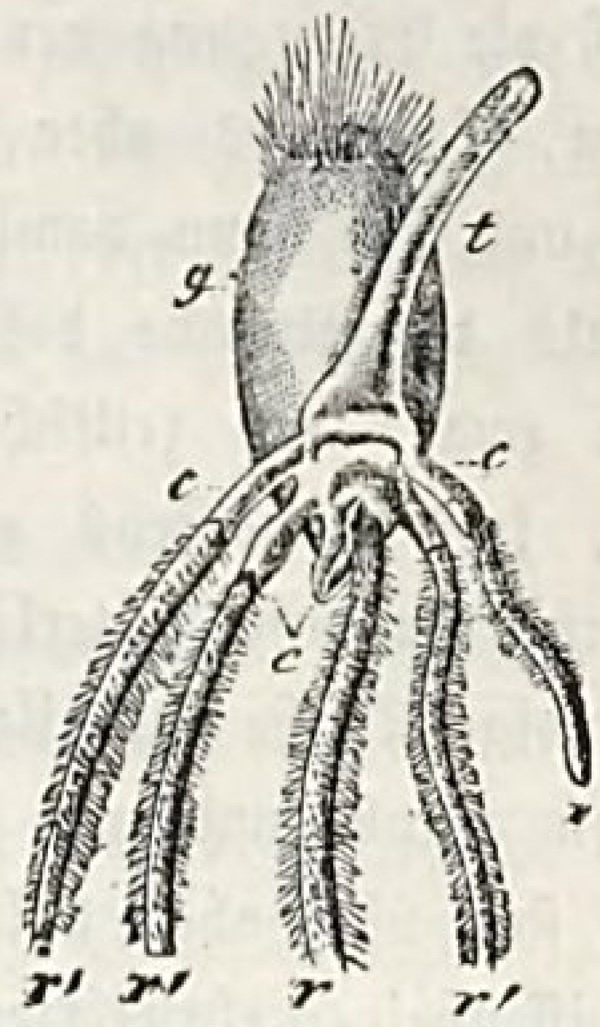


Fig. 301.
Ein keimendes Getreidekorn, vergrößert.*

* *g* Das Korn; *t* der junge Keim; *cc* Wurzelscheiden; *r* erste Wurzel; *r' r'* mehrere andere Wurzeln.

Bei der Keimung der Grasfrüchte verlängert sich die Embryonalachse durchaus nicht und schiebt sich somit nicht aus der Samendecke hervor, sondern bleibt ganz in derselben eingeschlossen. Neben dem Wurzelpünktchen der Embryonalachse bricht die erste Wurzel, von dem umgebenden Zellgewebe wie von einer Scheide umgeben, heraus und es folgen derselben bald mehrere andere (Fig. 301). Während der Bildung dieser Organe verschwindet das Endosperm völlig, indem es vom Embryo eingesogen wird, und nun erst bricht aus der Spalte des Cotyledon das Keimungsknöspchen hervor, erzeugt zahlreiche, äußerst zarte und einander röhrenförmig scheidenartig umhüllende Blätter, während seine Axe sich nur sehr allmählig und zwar zuerst unterhalb des ersten Blattansatzes abwärts verlängert. Mit dem Erscheinen des Keimungsknöspchens beginnt das neue Pflänzchen seine Nahrung selbstständig aus dem Boden aufzunehmen und grüne Farbe in seinen Blättern zu entwickeln. Die leere Fruchthülse liegt noch lange neben dem Keimpflänzchen und hängt an demselben durch die zurückgebliebene Embryonalaxe fest, bis sie verfault.

Da die Ordnung der Grasgewächse die wichtigsten und allgemeinsten Nahrungsmittel der Menschen, theils direkt, theils, als Nahrung des Viehes, indirekt hervorbringt, da insbesondere die ganze Landwirthschaft hauptsächlich auf der Cultur dieser Gewächse beruht, so ist die Kenntniß derselben, besonders von der chemischen und physiologischen Seite, durchaus einer der wichtigsten Punkte, welchen die Botanik dem praktischen Nutzen darbeut. In der That, da es für den Bedarf der Menschen darauf ankommt, theils Blätter und Halme der sogenannten Futtergräser, theils reichliche Vorräthe der als Getreide bezeichneten Grasfrüchte zu erzielen, so ist eine vernünftige, mit Berechnung und Nachdenken verbundene Betreibung des Ackerbaues nicht möglich, wenn man sich nicht eine möglichst richtige Vorstellung von den Bedingungen zu machen weiß, unter welchen die einen und die andern Organe der Grasgewächse sich erzeugen. Denn nur in diesem Falle wird man im Stande sein, dadurch, daß man diese Bedingungen vermehrt, auch die reichlichere Erzeugung der gewünschten Ernte mit Sicherheit zu erwarten. Zwar hat man die tausendjährige sogenannte Erfahrung, welche aber

sehr mit Unrecht diesen Namen trägt, da dieselbe ohne Einsicht in die physiologischen und chemischen Prozesse, welche in der Pflanze vorgehen, und deren Ergebniß die Erzeugung der Pflanze selbst ist, nur die halbgekannten oder gar nicht gekannten, besonders aber übel verstandenen Sachbefunde der Zeitfolge nach verglich und sich dann damit betrog, das zeitlich frühere eben nur der Zeitfolge wegen als die Ursache des zeitlich späteren anzusehen; während die wahren Ursachen zwar auch zeitlich früher vorhanden waren und sein mußten, als die Erfolge, jedoch meistens ganz übersehen wurden. Und so unterließ die frühere Landwirthschaft und unterläßt dieselbe auch noch heute — weil leider schon der unverständige Knabe nur allzu häufig am Pfluge die Wissenschaft für unnütz erklären zu dürfen glaubt und mit des Großvaters uralten Erfahrungen jeden Nachdenkens sich überhoben hält, und gegen jede dargebotene Belehrung mit dem stets der Unwissenheit verbrüderten Dünkel sich verschanzt — sehr Vieles, was zur Erreichung ihres Zweckes dienen würde, und thut dagegen eben so Vieles, was überflüssig, unnütz oder gar nachtheilig, und obendrein kostspielig und zeittödtend ist. Wenn aber nichts desto weniger alljährlich unsere Fluren in reicher Ernte prangen, so gilt dieses als ein Beweis der Trefflichkeit des landwirthschaftlichen Verfahrens — während es nur beweisen kann, daß die Natur fast überall die Bedingungen des Gedeihens der wichtigsten Culturpflanzen in einem gewissen Grade darbietet, und daß das landwirthschaftliche Verfahren sich mit demselben mehr oder weniger verträgt — nicht aber daß solches Verfahren das beste und zweckentsprechendste sei.

Jedes Fruchtkorn eines Grasgewächses besteht, wenn dasselbe ganz von den Spelzen befreit ist, aus einer Anzahl sehr verschiedener Schichten von Zellen. Die Frucht- und Samenschale besitzt zu äußerst eine ziemlich feste Oberhaut, aus derben Zellen gebildet; darunter unterscheidet man noch mehr oder weniger zwei verschiedene und mehrfache Lagen sehr platter und zusammengedrängter Zellen, welche zusammen jedoch nur etwa die zweifache Dicke der Oberhaut betragen. Alle diese Zellen sind holzig, daher ganz unverdaulich; man sondert daher auf der Mühle durch das Schroten und Beuteln die Rinde als Kleie oder Krüsch von dem Inhalte des Getreides ab. Das unmittelbar an die Schale innen sich anschließende und durch seine weiße Farbe ausgezeichnete Zellgewebe des Endosperms besteht zunächst aus 1—3 Schichten ziemlich lang gestreckter, gegen die Samenschale senkrecht stehender prismatischer Zellen, in welchen Proteinsubstanzen enthalten sind. Diese bleiben mehr oder minder an der Kleie hangen und werden also mit derselben vom Mehle getrennt. Da dieselben aber vorzugsweise geeignet sind, dem thierischen Körper Ersatz- und Vermehrungsmittel für den mit seinem Lebensprozesse verbundenen Stoffverbrauch darzubieten, indem sie insbesondere mit der Substanz des Fleisches in den chemischen Mischungsverhältnissen ganz übereinstimmen, so rührt ebendaher die Nahrhaftigkeit, um derentwillen die Kleie einestheils als eine treffliche Mastung für das Vieh, anderntheils als eine vortheilhafte Beimengung zum Brode angesehen werden darf. Bekannt ist die Trefflichkeit des Schwarzbrodes, besonders des Westphälischen „Pumpernikels", welche daher rührt, daß man zu demselben Mehl verwendet, welches nicht von der Kleie befreit (gebeutelt) worden ist. Die innere und beträchtlichste Masse des Endosperms besteht aus minder regelmäßig geformten Zellen, welche nur geringe Mengen von Proteinsubstanzen, dagegen sehr

beträchtliche Vorräthe von Amylum oder Stärkemehl (Seite 567, 593) enthalten. Die Membranen der Endospermzellen bestehen nicht aus holziger Cellulose, sondern aus einer Art von Gallerte, welche ähnlich, wie das Lichenin (Seite 616), Gelin (Seite 609) und Carraghin (Seite 620) mit der Cellulose und Stärke eine isomere Mischung besitzt, zugleich aber die Eigenschaft hat, in Wasser aufzuquellen und somit im Magen aufgelöst und zur Verdauung verwandt zu werden.

Die Stärke, welche man aus zerriebenen Getreidekörnern oder anderen Pflanzentheilen durch Ausschlämmen und Absetzen vermöge ihrer Schwere als sogenanntes Satzmehl gewinnen kann, ist nicht allein dadurch von den Proteinsubstanzen zu unterscheiden, daß diese durch Jodtinktur bräunlich gefärbt werden, während die Stärke sich blau färbt, sondern auch die Form derselben läßt sie unter dem Mikroskope recht wohl erkennen. Man findet dieselbe in den Zellen stets in der Form von Körnchen, welche, wenn sie sich unter einander bedrängen, vielflächig (polyedrisch) abgeplattet, sonst aber abgerundet erscheinen, und welche mit Bogen- oder Kreislinien mehr oder weniger regelmäßig gezeichnet sind. Diese Linien rühren daher, daß die anfangs sehr kleinen Körnchen sich allmählig durch Absatz von Verdickungsschichten vergrößert haben. Bald umschließen diese Verdickungsschichten das Kernchen allseitig, bald nur halbschalenförmig einseitig, und es ist sowohl dieser Vorgang, als auch, in Folge dessen, die Form der Satzmehlkörnchen bei jeder Pflanzengattung eine ganz bestimmte, so daß man mit Hülfe des Mikroskopes Getreidestärke von Kartoffelstärke, ja sogar verschiedene Getreidestärkesorten von einander unterscheiden kann. In der eßbaren Lauchzwiebel, der Kaiserkronen- und Lilienzwiebel findet man muschelförmig hohlschalige Stärkekörnchen, in der Tulpenzwiebel fast dreieckige, in der Herbstzeitlose und im westindischen Arrowroot, sowie in den Markzellen der Sagopalme, sind sie gruppenweise zusammengewachsen. Im Roggen und Weizen haben dieselben eine flach linsenförmige (Fig. 302), beim Mais eine polyedrische (Fig. 303), beim Reiß eine bei außerordentlicher Kleinheit scharfkantig polyedrische, beim Hafer eine ziemlich kugelige Gestalt; bei letzterem Getreide aber zerfallen sie von selber, oder wenigstens wenn man sie drückt, in eine Anzahl scharfkantiger Bruchstücke. Alle Getreidestärke ist glanzlos. In den Kartoffelnzellen liegen sehr zahlreiche, länglich eiförmige, aus vielen sehr einseitig zunehmenden Verdickungsschichten bestehende und in der Sonne glänzende Stärkekörnchen (Fig. 304). In den Erbsen erscheinen dieselben, wie wenn sie aus dreien Kügelchen zusammengewachsen wären.

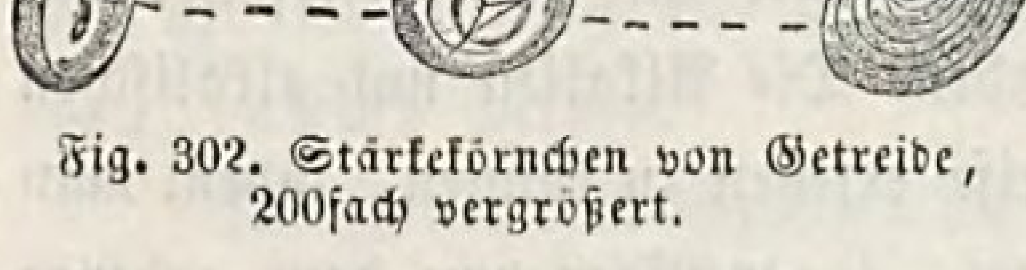


Fig. 302. Stärkekörnchen von Getreide, 200fach vergrößert.

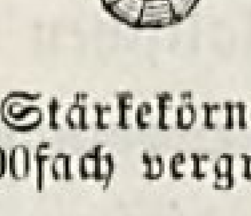


Fig. 303. Stärkekörnchen von Mais, 200fach vergrößert.



Fig. 304. Eine Kartoffelzelle mit den darin enthaltenen Stärkekörnchen, 50fach vergrößert.

Die in den Zellen der Grasfrüchte enthaltene Proteinsubstanz ist hauptsächlich der Kleber, auch wohl Pflanzenleim oder Pflanzenfibrin genannt. Wenn man Mehl zu einem Teige mit Wasser anrührt und diesen Teig, in ein dichtes Leinwandläppchen eingebunden, so lange unter Aufgüssen von kaltem Wasser knetet, bis daß das ablaufende Wasser nicht mehr milchig abfließt, so bleibt im Säckchen

die Masse der Zellenmembranen mit sammt dem darin enthaltenen Kleber zurück. Das abgeflossene Wasser enthält theils das Satzmehl, welches sich nach einiger Zeit absetzt, und außerdem andere Substanzen, welche im Wasser aufgelöst geblieben sind. Von diesen ist allein von Erheblichkeit das Pflanzeneiweiß oder Albumin, welches sich durch Erhitzung der abgegossenen Flüssigkeit bis zum Kochen gerinnend abscheiden läßt (Seite 566). In ihrer chemischen Mischung stimmen Albumin und Kleber gänzlich überein (Seite 567), so daß für beide und für alle ihnen isomere Substanzen, die Proteinsubstanzen, die Formel $C^{40} H^{62} O^{12} N^{10}$ (S, P) den Ausdruck gibt. Die Menge dieser stickstoffhaltigen, zugleich auf eine noch nicht genügend ermittelte Weise Schwefel und Phosphor enthaltenden Substanzen ist in den Getreidekörnern im Vergleich mit anderen Pflanzenorganen außerordentlich groß, und nicht allein ist ein solches Verhältniß allen Pflanzentheilen, welche als hauptsächlich nährende betrachtet werden, gemeinsam, sondern es steht dasselbe im vollständigsten Einklange mit dem Grade der Nahrhaftigkeit, welchen dieselben besitzen. Der Reiß, welchen man durch Schrotung von seiner Frucht- und Samenschale gänzlich befreit zu uns in den Handel bringt, enthält nur 3½ Procente seines Gewichtes an Proteinsubstanzen, die Gerste 6 Procente, Kartoffelknollen 7 bis 8 Procente, Erbsen 14 Procente, Weizen 20 bis 24 Procente, Bohnen 22 und Linsen gar 36 Procente. Diese Bestandtheile der Nahrung können im thierischen Körper unmittelbar in das Blut übergehen und zur Bildung von Fleisch, Eiweiß u. s. w. dienen. Im Safte der Zellen von Kräutern und Gräsern sind nur sehr geringe Procente derselben enthalten, und es ist daher zu erklären, weßhalb die grasfressenden Thiere so ungeheurer Futterquantitäten bedürfen (S. 397).

Um sich von dem Gehalte der Proteinsubstanzen an Stickstoff und Schwefel zu überzeugen, genügt ein sehr einfacher Versuch. Man übergießt Mehl (besonders Schwarzmehl) oder reinen Kleberstoff, Albumin u. s. w. in einer Flasche mit Wasser. Es beginnt bald die Fäulniß (Seite 564), d. h. die Zersetzung der Mischung der Proteinsubstanz. Ein aashafter, an faule Eier erinnernder Duft entsteigt der Flüssigkeit, und ein in den Flaschenhals gehängtes Stück Bleipapier wird schwarz. Der üble Duft rührt her von Schwefelwasserstoffgas, und die Schwärzung (das Anlaufen) des Bleies von der Bildung von Schwefelblei. Aus derselben Ursache läuft ein längere Zeit in Mehl- oder Erbsenbrei steckender Silberlöffel, durch Bildung von Schwefelsilber, schwärzlich an. Gießt man zu der Flüssigkeit auf der Proteinsubstanz einige Tropfen Kalkwasser oder Kali, so befreit sich aus derselben flüchtiges Ammoniak (NH^3), als Beweis des Stickstoffgehaltes.

Phosphor und Schwefel sind in den Grasfrüchten auch außerhalb der Proteinsubstanzen vorhanden, und zwar als Phosphorsäure und Schwefelsäure mit verschiedenen Alkalien und alkalischen Erden verbunden. Die Alkalien und alkalischen Erden scheinen sich in diesen Verbindungen theilweise ersetzen zu können, indem man um so mehr von dem einen dieser Oxyde vorfindet, je weniger von dem anderen vorhanden ist. So finden sich Kali, Natron, Kalkerde und Talkerde (Magnesia) theils mit Schwefelsäure, theils mit Phosphorsäure verbunden, sowie Eisenoxyd und Kieselsäure (Kieselerde). Es sind diese Stoffe die sogenannten „unorganischen" oder Aschenbestandtheile der Grasfrüchte. Leider ist es aber noch nicht ausgemitttelt, in welcher Weise dieselben in dem Samen selber enthalten sind, und in welchen

Beziehungen sie zu den übrigen, den „organischen" Substanzen, und zu den chemischen Prozessen, deren Ergebniß diese sind, stehen mögen. Nur die Beständigkeit, mit welchen sie in den Grasfrüchten angetroffen werden, gibt uns die Ueberzeugung, daß sie nicht bloß zufällige Beimengungen der aufgenommenen Nahrungsfeuchtigkeit sind. Obendrein aber ist die Quantität derselben in den verschiedenen Organen einer Pflanzenart oft beträchtlich verschieden. Während z. B. in den Blättern der Gräser Kieselerde in großer Menge, phosphorsaure Magnesia dagegen in sehr geringer Menge vorkommt, ist es bei den Früchten auffallend, diese letztere, nebst Kali und Natron, als in hohem Grade vorherrschenden Aschenbestandtheil zu finden, während Kieselerde bei den spelzenfreien Früchten gänzlich fehlt. Die Asche von Weizenstroh enthält in 100 Theilen etwa 11,5 Theile phosphorsaurer Salze, die von Weizenkörnern dagegen 76,3 Theile.

In 100 Theilen Asche von sind enthalten:	Heu	Gerstenkörnern mit den angewachsenen Spelzen	Weizenkörnern
Kieselerde . .	50,0	22,5	—
Eisenoxyd . .	00,3	02,0	01,2
Kalkerde . . .	14,0	03,3	02,0
Schwefelsäure .	07,2	00,4	00,2
Kali und Natron	26,3	20,7	37,0
Magnesia . . .	01,7	10,5	09,6
Phosphorsäure .	00,5	40,6	50,0
	100,0	100,0	100,0

In Betreff der unorganischen Bestandtheile der Pflanzen ist überhaupt noch sehr Vieles zu erforschen, indem das, was man bislang darüber ergründet hat, noch sehr unbedeutend ist. Die Beziehungen zum Pflanzenleben, in welchen diese Stoffe stehen, sind bislang noch ganz unaufgeklärt. Immerhin ist schon viel damit gewonnen, daß man weiß, wie in einzelnen Pflanzengattungen und in einzelnen Organen von solchen bestimmte unorganische Bestandtheile so beständig vorherrschen, daß man einen gewissen innigen Zusammenhang zwischen den chemischen Prozessen, auf welchen die Vegetation dieser Pflanzen beruht, und den in ihnen enthaltenen unorganischen Bestandtheilen annehmen darf. Besonders muß es einleuchten, daß die in den Samen und deren nächster Umgebung angesammelten Substanzen als wichtig und wesentlich betrachtet werden dürfen, da in diesen Organen Alles enthalten sein muß, was dem Embryo zu seiner Keimung dient. Um so entschiedener aber wird die Wichtigkeit der Samenbestandtheile hevortreten, wenn wir sehen, daß bei der Keimung alle diese Bestandtheile von dem Embryo wirklich vollständig verbraucht werden.

Die Zellen der Grasfrüchte befinden sich in einem Zustande völliger Austrocknung. Nur von dem sehr geringen Embryo gilt dieses in minderem Grade. Die Zellen dieses kleinen Körpers sind mit Spuren von Feuchtigkeit, besonders auch von fettem Oele, gefüllt.

Ein gewisser Temperaturgrad ist erforderlich, damit die Keimung des Samens vor sich gehen kann. Man kennt kaum einige Pflanzen, deren Samen bei einer Temperatur unter 4° R. zum Keimen gelangen, wie z. B. die des Hühner-

schwarms oder Vogelmierenpflänzchens (Alsine media) und des Kreuzkrautes (Senecio vulgaris), welche auch mitten im Winter blühend getroffen werden. Alle Grassamen können, wie dieses bei vielen Samen stattfindet, in verschiedenen Temperaturen zur Keimung gelangen, wenn dieselben über 4° R. betragen. Jedoch in Feuchtigkeit über 40° R. erstirbt bei den Getreiden die Keimfähigkeit völlig — ein Umstand, welcher den Anbau desselben in der heißen Zone unmöglich macht, da hier der feuchte Boden häufig von den glühenden Strahlen der Sonne zu einem höheren Grade erhitzt wird. Trockene Hitze von 60° tödtet die Keimfähigkeit noch keineswegs, ebenso wenig wie trockene Kälte von 40° R. Innerhalb der Grenzen von 4° bis 30° R. geht die Keimung, bei übrigens gleichen Bedingungen, um so rascher von Statten, je höher die Temperatur steigt. In den nördlichen Gegenden Europa's, wie z. B. in Norwegen und Schweden, bedürfen die Getreide daher längerer Zeit zur Keimung, als in den südlicheren, in den Sommermonaten kürzerer Zeit, als in den ersten Frühlingsmonaten. Bei 20° bis 28° R. keimen Gerste und Weizen binnen zwölf Stunden. Bei anderen Pflanzen herrschen in dieser Beziehung andere Grenzen, übrigens aber ähnliche Verhältnisse. Bei einigen ist die Keimfähigkeit durch einen sehr hohen Temperaturgrad bedingt, und solche gedeihen daher nur in der heißen Zone, bei andern darf die Temperatur nur einen sehr geringen Grad erreichen, so daß die Samen nur im Frühlinge oder im Herbste gemäßigter Länder zu keimen vermögen. Jedenfalls eignen sich die Getreide vermöge der weiten Temperaturgrenzen ihrer Keimfähigkeit außerordentlich zur Cultur in verschiedenen Jahreszeiten sowohl, als in verschiedenen Klimaten.

Zur Keimung ist erforderlich Wasser, sei es tropfbares oder dunstförmiges. Daher kann man Samen in sehr feuchter Luft, oder wenn man sie mit Wasser befeuchtet und feucht hält, oder wenn man sie in feuchtes Werg hüllt, oder aber, wenn man sie dem feuchten Erdboden anvertraut, zur Keimung bringen. Auf der Oberfläche des Bodens fehlt den Samen die nöthige Feuchtigkeit, wenn nicht andauernder Regen stattfindet; nur wenn der Samen unter Moosen, Gräsern oder Kräutern nach stattgefundener Befeuchtung durch Regen und Thau gegen Abtrocknung gesichert ist, gelangt er zur Keimung, und dieser Umstand findet bei den Samen der wildwachsenden Pflanzen meistens statt. Wird dagegen, wie dieses beim Ackerbau geschieht, der Same unter die Oberfläche der Erde gebracht und so vor Abtrocknung geschützt, so wird dadurch die Keimung gesichert und begünstigt, je vollständiger, desto besser. So keimen Getreidekörner, 1, 2, 3 Zoll tief in den Boden gelegt, mit jedem Zoll größerer Tiefe um so kräftiger. Da der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre und des Bodens im Frühlinge und Herbste weit beträchtlicher ist, als im Sommer, so sind jene Jahreszeiten der Keimung vorzugsweise günstig. In hohem Grade wird die Keimung unterstützt durch Einweichung (Einquellung) der Samen vor der Aussaat.

Zur Keimung ist ferner erforderlich der Sauerstoff der atmosphärischen Luft. Daß gerade dieser Gemengtheil der Atmosphäre und nicht ein anderer erfordert werde, geht daraus hervor, daß die Samen auch unter einer Glasglocke, welche man mit reinem Sauerstoffgase gefüllt hat, zur Keimung gelangen, während solches in reiner Kohlensäure, in Stickstoffgas, in Wasserstoffgas nicht geschieht. Ausschluß von Sauerstoff hindert die Keimung gänzlich. Daher kann Samen nicht keimen,

wenn derselbe zu tief in den Boden gelegt worden ist. Während die Getreidekörner durch größere Sicherung ihrer Feuchtigkeit mit zunehmender Tiefe bis zu 3 Zollen um so kräftiger keimten, da bis zu dieser Tiefe der Sauerstoff zu ihnen dringen konnte, so keimen sie dagegen, über 4 Zoll tief gelegt, immer kümmerlicher, und bei 8 Zollen Tiefe gar nicht mehr; ja selbst die bei 7 Zollen gekeimten Körner brachten Pflanzen, welche bei angestelltem Versuche ohne Aehren blieben, also offenbar von vorn herein verkümmert waren. Natürlich wird die günstigste Tiefe sehr verschieden sein, theils nach der Lockerheit des Erdbodens, welcher somit der Atmosphäre mehr oder minder tief einzudringen gestattet, theils nach dem Feuchtigkeitszustande der Jahreszeit und der Lage des Ackers. In trockenen Gruben, mit Erde bedeckt, läßt sich das Getreide außerordentlich sicher aufbewahren, ohne zu keimen und zugleich ohne seine Keimfähigkeit einzubüßen. Man bewahrt in Frankreich und in Marokko das Saatkorn auf diese Weise in den „germoirs" und „Matamoren." Wird dagegen der Same dem Einflusse von Feuchtigkeit ausgesetzt bei völligem Ausschlusse des Sauerstoffes, wie dieses in sehr feuchtem Boden in einer Tiefe von wenigen Zollen schon geschieht, so gehen die Bestandtheile desselben in Fäulniß über.

Licht ist zur Keimung nicht völlig entbehrlich, doch wirkt der zu starke Einfluß desselben verändernd auf den Gang der Keimung ein. Eine leichte Bedeckung mit Erdreich, oder in der wilden Natur die Beschattung von Moos und Rasen schützt den Samen gegen den zu starken Einfluß desselben. Völliger Mangel des Lichtes begünstigt zwar den ersten Akt der Keimung, verhindert dagegen den zweiten. Bei einem Versuche mit je 36 möglichst gleich ausgesuchten gesunden Gerstenkörnern, welche man einestheils in einem mit Glas bedeckten, anderntheils in einem mit einem Zinkdeckel bedeckten Kasten in feuchtem Sande keimen ließ, hatten nach zwei Tagen (im Augustmonate) im ersten nur zwölf Körner ein ¼ Zoll langes Würzelchen, während im zweiten alle Körner so weit gediehen waren und zwei derselben schon zwei weitere Würzelchen zeigten. Nach abermals zweien Tagen hatte von den Körnern im ersten Kasten noch keines einen Blattkeim, im zweiten dagegen schon alle.

Die Keimung besteht darin, daß die im Endosperm enthaltenen Substanzen in einen in Wasser löslichen Zustand übergehen und, in Wasser aufgelöst, von den Zellen des Embryo aufgesogen werden, und daß die Zellen des Embryo an bestimmten Punkten mit Hülfe der aufgenommenen Nahrung sich vermehren, bis daß einestheils Organe zur Aufnahme hinreichender Nahrungsfeuchtigkeit aus dem Boden — die Wurzeln — anderntheils Organe zur Verdunstung — die ersten Blätter — gebildet worden sind. Sobald das erste Blattspitzchen grünt, ist der Prozeß der Keimung vollbracht.

Während des ersten Aktes der Keimung, welcher mit der Durchdringung des Samens mit Wasser und dadurch bewirkter Aufweichung und theilweiser Lösung der denselben bildenden Substanzen beginnt, verwandelt sich das in den Zellen des Endosperms befindliche Stärkemehl in die wasserlöslichen isomeren Substanzen Zucker und Dextrin. Die Aufnahme von Wasser ist sehr beträchtlich. Weizen nimmt 25 Procente, Hafer 31 und Roggen sogar 37 Procente seines Gewichtes an Wasser auf; jedoch stehen die Getreidesamen in dieser Beziehung vielen andern

Pflanzen bedeutend nach. Die erfolgenden Auflösungen beginnen in der Umgebung des Embryo. Dieser selbst verhält sich in Bezug auf Ernährung und Verarbeitung der aufgenommenen Nahrungsstoffe ganz wie die Blüthentheile und wie die Pilze und Schmarotzergewächse. Denn er nimmt Sauerstoff aus der Atmosphäre auf und vereinigt denselben mit Kohlenstoff zu Kohlensäure. Der Kohlenstoff wird dabei aus den Verbindungen geschieden, in welchen derselbe enthalten war, sowohl aus den stickstofffreien, als auch aus den stickstoffhaltigen. Besonders ist es ein beträchtlicher Theil des Stärkemehles und der Gallerte der Zellenwandungen, auf dessen Kosten die Bildung von Kohlensäure erfolgt. Sauerstoff und Wasserstoff treten dabei zu Wasser zusammen. Die fetten Oele bedürfen einer um so größeren Menge von Sauerstoff, als beim Austritte des Kohlenstoffes aus ihrer sauerstoffarmen Mischung der vorhandene Wasserstoff eine gewisse Menge von Sauerstoff außer dem in der Mischung anwesenden erfordert, um mit demselben Wasser bilden zu können. Zu gleicher Zeit, während dieser Oxydation, geht die völlige Umwandlung des Stärkemehles in Krümel- oder Traubenzucker und Dextrin, und die völlige Verflüssigung der Endospermzellen vor sich, so daß zuletzt nur die Frucht- und Samenschale des Kornes zurückbleibt. Jene lösbaren Substanzen werden aber, ebenso wie die Proteinsubstanzen, sowie die Umwandlung und Auflösung weiter vorschreitet, allmählig vom Embryo aufgesogen. In demselben werden sie sämmtlich neuen Umbildungen unterworfen. Zwar bilden sich neue stickstofffreie und stickstoffhaltige Substanzen, allein diese sind von den aufgenommenen verschieden. Denn die Zellen, welche der Embryo erzeugt, bestehen aus Cellulose, und die Proteinsubstanzen bilden theils die innere Auskleidung der Zellenwandungen, theils bleiben dieselben im Zellensafte aufgelöst, aber ihre Umwandlung ist wesentlich bei den Prozessen der Zellenvermehrung betheiligt, und es entweichen sogar Ammoniakverbindungen, als sichere Beweise, daß auch die stickstoffhaltigen Substanzen den chemischen Veränderungen unterworfen sind, welche in dem Keimlinge vor sich gehen. Wir sehen von diesen Zersetzungen nur die Endresultate und können nur ahnen, welche Mannigfaltigkeit von Stoffumwandlungen zwischen den Substanzen des Samens und denen des Keimpfläńzchens die Vermittlung bilden mögen. Eine eigenthümliche stickstoffhaltige Verbindung scheint sogar die Vermittlerin der beiden isomeren Substanzen: des Stärkemehles und des Zuckers zu sein. Wenigstens hat man in keimender Gerste — und ebenso bei der Keimung der Kartoffeln, welche freilich nicht eigentliche Samen sind — eine solche Substanz gefunden, die Diastase, welche auf Kosten des Stärkemehls Dextrin und Zucker zu bilden scheint, indem bei ihrer Anwesenheit diese Substanzen in dem nämlichen Grade zunehmen, in welchem die Stärkmehlkörnchen von Außen her sich auflösen und mehr und mehr bis zu endlichem Verschwinden verkleinern, bis endlich die Diastase ebenfalls sich selber wieder in Zucker verwandelt. Ja, diese Diastase, einmal gebildet, übt auch, wenn man sie künstlich mit Stärkemehl in Berührung bringt, eine solche umwandelnde Wirkung auf dasselbe aus. Zwölf Theile Diastase erzeugen mit 100 Theilen Stärkemehles selbst bei 0° R. (der Temperatur des schmelzenden Eises) elf Theile Zuckers. Bei 20° R. dagegen bringen sie 77 Theile Zuckers hervor; bei 70° bis 80° R. aber ist die Diastase im Stande, das 5000fache ihres eigenen Gewichtes an Stärkemehl in Zucker und

Dextrin zu verwandeln. Die Diastase ist selber dem Albumin, dem Kleber und den übrigen Proteinsubstanzen isomer und unterscheidet sich von ersterem nur dadurch, daß sie durch Siedhitze nicht zur Gerinnung gebracht wird. War es gleich, da man diese Substanz noch in keiner andern Getreidegattung, noch auch in andern Pflanzensamen zu entdecken vermochte, unbegründet, die Diastase als die Lösung des ganzen Räthsels der bei der Keimung vor sich gehenden Umwandlungen zu betrachten, obendrein, da die Diastase selbst sich in der keimenden Gerste erst durch die Keimung bildet, so ist es gleichwohl wahrscheinlich, daß ähnliche Uebergangsmischungen die ihren Endresultaten nach uns bekannten Umwandlungen vermitteln, während sie selber vielleicht so rasch nach ihrer Bildung die weitere Umbildung erleiden, daß sie nie in einer der Entdeckung zugänglichen Menge sich ansammeln. Einstweilen müssen wir uns begnügen mit den Thatsachen, daß bei der Keimung einerseits Stärkemehl verschwinde, andererseits Zucker und Dextrin gebildet werde, und daß bei den weiteren Umwandlungen der vom Embryo aufgenommenen löslichen Substanzen Kohlensäure gebildet wird. Die Anwesenheit des Zuckers erprobt man in keimendem Getreide sehr leicht durch den Geschmack. Auch ist es eben der Zuckergehalt, durch welchen das keimende Getreide tauglich ist, zur Darstellung von Alkohol benutzt zu werden (Seite 565), wie dieses bei der Bier- und Branntweinbereitung geschieht. Man läßt zu diesem Zwecke das Getreide sogar massenweise künstlich zur Keimung kommen, wobei man sich bestrebt, die Umstände so einzurichten, daß eine möglichst große Menge von Dextrin und Traubenzucker (auch wohl Stärkezucker genannt) verwandelt und zu richtiger Zeit, nämlich vor weiterer Verwendung im Embryo, gewonnen werde. Da nun die Keimung im Dunkeln nach oben angeführten Versuchen sehr rasch vor sich geht und besonders auch die Bildung eines Blattkeimes sehr bald erfolgt, so wird auf diese Weise der gebildete Zucker sehr rasch wieder verbraucht. Ebenso ist ein höherer Temperaturgrad zur Beschleunigung der Keimung wirksam. Man läßt daher das Getreide bei niedriger Temperatur im Frühling oder Herbst auf luftigen, hellen Speicher- oder Estrichräumen keimen, indem man dasselbe feucht hält. Sobald dann die Keimung den günstigsten Grad erreicht hat, eilt man, durch eine ausdörrende Erhitzung die Keimung zu unterbrechen und die Keimlinge zu ertödten. Das so durch die Darre gegen weitere Umwandlung gesicherte zuckerhaltige Getreide nennt man Malz, und dieses wird dann ausgekocht und die Abkochung mit ihrem Gehalte an Zucker, Dextrin und Proteinsubstanzen der Gährung (Seite 564) überlassen. Die Bildung von Kohlensäure durch Aufnahme von Sauerstoff ist durch einen Versuch leicht zu erweisen, wenn man Getreidekörner in einem Gefäße mit reinem Sauerstoffgase keimen läßt. Auch hier wird bei dieser Oxydation (Verbrennung, Seite 9) Wärme entwickelt, welche freilich bei einem einzelnen Körnchen zu unbeträchtlich ist, um unseren Sinnen unmittelbar wahrnehmbar, noch auch durch unsere Instrumente nachweisbar zu sein. Allein bei der Keimung größerer Getreidemassen ist die Wärmeentwicklung so beträchtlich, daß man bei der Malzbereitung sich genöthigt sieht, die Masse fortwährend umzuschaufeln, um dieselbe sich möglichst abkühlen zu lassen, damit nicht eine allzu starke Erhitzung eintrete.

Die Bildung der Wurzeln des Embryo und der ersten Blattkeime desselben geschieht einzig und allein auf Kosten der Samenbestandtheile. Es wird keine

Nahrung, außer dem Wasser, aus einer andern Quelle aufgenommen. Theils läßt sich dieses durch die unmittelbare Anschauung erweisen; denn die Keimung vollendet sich vollkommen beim Mangel jeglichen anderen Stoffes, als Wasser und Luft, z. B. auf einem Glasteller, auch in dem reinsten feuchten Kiessande. Sicherer aber ergibt es sich durch Wägung. Trotz der auffallenden Größe der Würzelchen und Blattkeime des Keimpflänzchens ist nämlich nach Vollendung des Keimens das Gewicht desselben nicht allein nicht beträchtlicher, als zuvor das Gewicht des Kornes war, sondern wenn man das in demselben enthaltene Wasser in Abrechnung bringt, so ergibt sich sogar eine bedeutende Abnahme, welche dem durch die Kohlensäurebildung erlittenen Verluste an Kohlenstoff entspricht. Hundert Weizenkörner wogen lufttrocken 4,323 Grammen, die durch achtzehntägige Keimung aus denselben erhaltenen Keimpflanzen mit sammt den noch übrig gebliebenen Frucht- und Samenschalen, ebenfalls lufttrocken gemacht, wogen nur noch 3,351 Grammen, und es ergibt sich somit ein Verlust von 23 Procenten des Körnergewichtes. Dieser Verlust ist aber einzig auf die Entweichung organischer Bestandtheile zu schreiben, denn die Pflänzchen enthalten noch ganz die nämliche Quantität von Aschenbestandtheilen, wie zuvor, und sind somit im Verhältnisse zu den organischen Substanzen jetzt in reichlicherer Menge vorhanden, als in den Samen.

Die Beschleunigung der Zellenvermehrung bei der Keimung im Dunkeln entspricht vollkommen dem Bedürfnisse der Keimpflanze. Dieselbe erreicht bald den Zustand, in welchem sie neuer Nahrungsstoffe nicht entbehren kann, welche doch von dem Inhalte des Samens nicht dargeboten werden. Bis zum Eintritte dieses Zustandes muß die im Boden verborgene Keimpflanze das Tageslicht erreicht haben, da ohne dieses die chemischen Prozesse in den jungen Blättern nicht erfolgen können, auf welchen die Befähigung des Pflänzchens zur Assimilation unorganischer Mischungen beruht. Wir sehen also aus der Lage des Pflänzchens mit Nothwendigkeit Erscheinungen hervorgehen, durch welche dasselbe sich rechtzeitig aus dieser Lage befreit. Es ist dieses ein interessantes Beispiel des Nothwendigkeitszusammenhanges in der Natur. Kehren wir zu dem oben erwähnten Versuche zurück, bei welchem je 36 Gerstenkörner im Dunkeln und unter dem Einflusse des Lichtes zur Keimung gebracht wurden. War anfänglich das ausgezeichnetere Gedeihen offenbar bei ersteren, so änderte sich dieses Verhältniß bald gar sehr. Am siebenten Tage hatten von den im Lichte gekeimten Pflänzchen sieben noch gar keinen Blattkeim, bei sieben andern war ein solcher vorhanden, aber unter 1 Zoll, bei den übrigen zweiundzwanzigen war es 1,5 bis 3,5 Zoll lang. Bei allen aber zeichnete derselbe sich aus durch eine lebhaft grüne Färbung, und alle diese Pflänzchen wogen zusammen, nach Austrocknung bis 80° R., 1,589 Gramme. Die im Dunkeln gekeimten Pflänzchen hatten sich möglichst gestreckt, um das Licht zu erreichen, fünfundzwanzig derselben hatten über 3 Zoll lange Blattkeime, acht andere 0,6 bis 1 Zoll lange, drei dagegen waren ganz abgestorben, selbst das Würzelchen wieder verschwunden. Alle diese Pflänzchen waren bleich oder gelb, auch wogen dieselben kaum den dritten Theil der am Lichte entwickelten, nämlich nur 0,564 Gramme.

Sobald nämlich die Keimpflanze einen gewissen Grad der Entwicklung erreicht hat, beginnt dieselbe durch Endosmose ihrer Wurzeln Wasser, welches Kohlensäure und Ammoniak enthält, aus dem Boden aufzunehmen. Diese Nahrung

muß verarbeitet werden. Von Zelle zu Zelle sich mittheilend und neue Mischungen veranlassend, muß dieselbe in den Blättern, unter dem Einflusse des Lichtes, Sauerstoff abscheiden und kohlenstoffreichere Verbindungen bilden. Das sichtbare Zeichen des Eintrittes eines solchen, dem früheren entgegengesetzten Lebensprozesses, ist die Bildung des grünen Chlorophylls. Zugleich mit dem Wasser nimmt die Pflanze auch die ihr nöthigen unorganischen Bestandtheile auf, ohne welche sie ebenfalls nicht gedeihen kann. Ein Pflänzchen, welchem entweder das Licht, oder aber die nöthigen Nahrungsstoffe fehlen, muß unentwickelt wieder verderben. Die nöthigen Nahrungsstoffe findet es fast überall — wo Wasser nicht fehlt, da fehlen auch Kohlensäure und Ammoniak nicht, und die unorganischen Bestandtheile sind theils mehr oder weniger in jedem Boden vorhanden, theils können sie, im Falle des Mangels, theilweise oder ganz durch andere stellvertretende (sogenannte vikariirende) Substanzen ersetzt werden. Immerhin hangt das Gedeihen einer Pflanze wesentlich von der Reichlichkeit ab, mit welcher derselben die erforderlichen Stoffe und besonders die vorzugsweise begünstigenden Bodenbestandtheile dargeboten werden.

Der Boden, welchen wir beackern, sei derselbe nun durch Anschwemmungen des Wassers herbeigeführt, oder sei derselbe an Ort und Stelle durch allmählige Verwitterung fester Felsschichten entstanden (Seite 20 u. ff.), besteht aus den mehr oder minder in ihren Mengenverhältnissen veränderten Bestandtheilen der verschiedensten Mineralien, von welchen bald die einen, bald die andern vorherrschen. Da nun die Mineralien, welche die Felsmassen einer Formation entweder der Hauptsache nach ausmachen, oder aber in geringerer oder größerer Menge denselben beigemengt sind, außerordentlich mannigfaltig zu sein pflegen, so folgt schon daraus, daß die Bestandtheile eines Bodens meistens sehr mannigfaltig sein können. Dazu kommt nun, daß oft Verwitterungsmassen der verschiedensten Felsarten einer Gegend zur Bildung des Ackerbodens beigetragen haben, indem solcher von allen Seiten durch Gewässer zusammengeschwemmt wurde. Aber selbst als Verwitterungsprodukt einer und derselben ganz gleichartigen Felsmasse kann der Boden noch die größte Verschiedenheit zeigen, indem mit der Verwitterung stets eine gewisse Auslaugung des Bodens durch das eindringende Regenwasser verbunden ist, welche also, je weiter die Verwitterung vorgeschritten ist, um so mehr die Quantitätsverhältnisse der löslicheren Substanzen gegenüber den minder löslichen verringern muß. So liefert Kalkfelsen, welcher fast stets mehr oder weniger Talkerde und Thon beigemengt enthält, zwar anfänglich einen sehr kalkreichen Boden, in welchen jedoch, da die Verwitterung desselben eben in einer Auflösung des kohlensauren Kalkes durch das schwach kohlensäurehaltige Regenwasser besteht (Seite 23), die minder lösliche kohlensaure Talkerde, nebst dem Thone, von vorn herein in größerem Verhältnisse vorhanden ist, als in dem unverwitterten Felsen. Allmählig aber wird dieser Boden mehr und mehr seines Kalkgehaltes beraubt und gänzlich in einen talkerdehaltigen Thonboden verwandelt; ja, nachdem die Kalkerde gänzlich ausgelaugt ist, kommt auch die Talkerde zur Auflösung, und so bleibt denn endlich ein reiner Thonboden zurück. — Ein anderes Beispiel liefert der Granit, eine Felsart, welche aus Quarz, Glimmer und Feldspath in unendlich buntem Gemenge besteht. Der Quarz ist reine Kiesel-

erde; der Glimmer kieselsaure Talkerde und kieselsaures Kali, verbunden mit kieselsaurem Eisenoxyd und kieselsaurer Thonerde; der Feldspath ebenfalls kieselsaures Kali oder Natron, mit kieselsaurer Thonerde verbunden. Verwitternd wird der Quarz fast gar nicht angegriffen, sondern derselbe zerfällt nur durch die Verwitterung der übrigen Gemengtheile mechanisch in ein Haufwerk gröberer oder kleinerer Quarzkörner. Glimmer und Feldspath dagegen zersetzen sich allmählig, indem mehr oder weniger von den kieselsauren Alkalien und der alkalischen Talkerde im Bodenwasser aufgelöst werden, und so kieselsaure Thonerde (Thon) immer mehr und mehr vorherrschend wird, so daß endlich, je nach der größeren oder geringeren Menge des vorhandenen Quarzes, ein mehr oder minder sandiger Thonboden entsteht. Da aber kaum eine einzige bekannte Mineralsubstanz nicht irgend einmal im Granite angetroffen worden ist, so kann der aus der Verwitterung des Granites entstandene Boden von allen solche Ueberreste enthalten und daher die mannigfaltigsten Stoffe den Pflanzen darbieten. Aber erinnern wir uns nur an die ursprüngliche Entstehung der Bodenschichten aus Ablagerungen der Gewässer, besonders des Meeres, und an die große Menge von Substanzen, welche man in verschiedenen Gewässern bereits aufgelöst entdeckt hat, und welche die Gewässer einerseits aus dem Boden, in welchem die Quellen sich bildeten, ausgelaugt haben, andererseits aber in den von ihnen abgelagerten Bodenschichten auch wieder zurücklassen können (Seite 24). Wir werden sodann begreifen, welch eine Menge von Stoffen in allen Bodenarten vorhanden sein können, und wie allgemein die Natur, wenige kleinere Lokalitäten ausgenommen, in einem gewissen Grade dafür gesorgt hat, daß die Samen der Pflanzen überall die zu ihrer Entwicklung nöthigen Stoffe vorfinden.

Kennen wir die Beschaffenheit der Felsarten, aus deren Verwitterung ein gewisser Boden entstanden ist — und diese Kenntniß verschafft man sich oft durch Untersuchung der größeren oder kleineren Bruchstücke, welche man noch erkennbar im Boden vorfindet — so können wir darnach zwar über die Hauptbestandtheile des Bodens eine ziemlich sichere Vermuthung aufstellen, bei Weitem aber nicht über alle Bestandtheile. Und selbst wenn wir alle Bestandtheile eines Bodens kennen, so genügt dieses nicht zu seiner Beurtheilung. Zunächst kommt sehr viel darauf an, in welchem Grade die Verwitterung der Mineralien bereits stattgefunden hat. Nicht nur liefert ein völlig feinkörnig zerfallenes Mineralgemenge dem Bodenwasser eine größere Menge von Auflösungsstoffen, indem die Wirkung des Wassers mit der Zerkleinerung sich mehren muß, sondern es können sich die Mineralien auch in einem sehr verschiedenen Grade der Lösungsfähigkeit befinden, oder, wie man sich auszudrücken pflegt, mehr oder weniger „aufgeschlossen" sein. In dieser Beziehung unterscheiden sich besonders auch die jüngeren Formationen von älteren. Es ist Thatsache, daß die Thon- und Mergelschichten des über dem Muschelkalke lagernden Keupers der Triasformation sich in Bezug auf Pflanzenwachsthum bedeutend anders verhalten, als die von ihnen nur durch die Lagerung unter dem Muschelkalke unterscheidbaren Thon- und Mergelschichten der Schichtengruppe des bunten Sandsteins. Tertiäre Bodenschichten und noch mehr die quaternären sind diejenigen, welche die fruchtbarsten Landschaften der Erde bilden; denn sie enthalten im Allgemeinen die Mineralsubstanzen im aufgeschlossensten Zustande.

Von großer Wichtigkeit für das Wachsthum der Pflanzen ist das Verhältniß,

in welchem organische Substanzen, d. h. Ueberreste von Thieren und Pflanzen, dem Boden beigemengt sind, denn diese liefern durch ihre Fäulniß die reichlichsten Mengen von Kohlensäure und Ammoniak, den allgemeinsten Nahrungsstoffen der Pflanzen. Es rührt daher die überraschende Fruchtbarkeit der neu dem Meere abgewonnenen Küstenstriche (Polder) unserer Marschländer. Denn Seepflanzen und die unendliche Menge der Seethiere, von den Milliarden der Infusorien und Mollusken bis zu den Fischen, liefern durch ihre Exkremente wie durch ihre Leichen ein unerschöpfliches Material, mit welchem die Ablagerungen des Meeresgrundes sich zum fruchtbarsten Schlamme vermengen. Es ist ähnlich bei den Bodenstrecken, welche man durch Entwässerung von Seeen und Teichen gewinnt. In den Bodenschichten älterer Formationen sind organische Substanzen selten in so reichlichem Vorrathe vorhanden, indem solche durch die fortwährende Fäulniß im Laufe der Zeiten mehr und mehr abnehmen mußten; besonders die so sehr zur Fäulniß geneigten stickstoffhaltigen Substanzen erschöpften sich im Laufe der Zeiten, während die stickstofffreien allmähliger ihrer Auflösung entgegengehen und manche Schichten der ältesten Formationen durch Kohlenwasserstoffverbindungen (Bitume) schwarz färben und wohl gar brennbar machen (Brandschiefer). Ja, gar nicht selten entsteigt Muschelschalen, welche in alten Bodenschichten als Versteinerungen gefunden werden, bei Behandlung mit Kali noch ein übler ammoniakalischer Duft. — Manche Bestandtheile des Bodens sind nicht sowohl durch ihren eigenen Stoff, als vielmehr dadurch wichtig, daß sie gewisse andere Substanzen entweder in auflösliche Verbindungen überführen, oder solche durch eingegangene Verbindungen zurückhalten. Die stickstofffreien organischen Substanzen, welche nicht so vielen Sauerstoff besitzen, um allen vorhandenen Wasserstoff in Wasser zu oxydiren, ziehen theilweise Stickstoff aus der Atmosphäre an sich und veranlassen auf diese Weise die Bildung von Ammoniak. Manche Vermoderungsprodukte, wie die Humussäure und die Quellsäure, bilden mit dem Ammoniak ebenso, wie die Kohlensäure, Verbindungen, welche in Wasser löslich und somit den Pflanzen zugänglich sind. Auch die Thonerde und das Eisenoxyd haben die Eigenschaft, das Ammoniak der Atmosphäre an sich zu fesseln, bis ihnen dasselbe durch andere Stoffe wieder entzogen und in löslichem Zustande den Pflanzen zugeführt wird.

Der Zustand des Bodens, auch abgesehen von den Bestandtheilen, hat noch in der Beziehung eine große Wichtigkeit, daß derselbe dem Wasser und den Atmosphärilien überhaupt in höherem oder geringerem Grade den Zutritt verstattet. Besteht der Boden nur aus gröblich zerfallenen Mineralmassen, so pflegt derselbe sehr reich zu sein an Zwischenräumen, welche mit Luft erfüllt sind, und in welche das Wasser mit Schnelligkeit eindringt. In einem solchen Boden wird das Wasser, je nach der durchlässigeren oder undurchdringlicheren Beschaffenheit des Untergrundes, entweder schnell versinken, so daß einer plötzlichen übermäßigen Bewässerung eine eben so rasche Entwässerung folgt, welche dem Pflanzenwachsthume, besonders aber den Culturpflanzen, sehr nachtheilig ist — oder aber es bleibt das Wasser allzu reichlich angesammelt und erfolgt Sumpfbildung, welche wenigen Culturpflanzen, wie dem Reiß, erträglich ist, meistens dagegen die dem Vieh ungenießbaren Rohrschilfe und Halbgräser begünstigt. Besteht dagegen der Boden aus allzu staubartig feinen Mineraltheilchen, so lagern diese sich so innig aneinander,

daß sie nur sehr schwer durchfeuchtet werden, so daß nach einem Regen das Wasser über solchem Boden stehen bleibt, und wenn es endlich eingedrungen ist, so dehnt es den Boden aus, bildet mit demselben einen zähen Teig, und wenn dieser durch große Hitze das Wasser wieder verliert, so trocknet er zusammen, bekommt Risse und erhärtet zugleich wie ein Mörtel, so daß die Würzelchen der Pflanzen bloßgelegt, zerrissen und am Vordringen gehindert werden. — Für die erforderliche Feuchtigkeit des Bodens sind die durch Fäulniß thierischer und vegetabilischer Substanzen entstehenden Moderprodukte, welche man im Allgemeinen auch als Humusstoffe bezeichnet, von wichtigem Einflusse, indem dieselben nicht allein die Feuchtigkeit außerordentlich zurückhalten, sondern solche sogar aus der Luft an sich ziehen. — Eine gewisse Porosität, d. h. ein Vorhandensein unsichtbar feiner Zwischenräumchen zwischen den Massentheilchen des Bodens, ist von günstigstem Einflusse, indem durch dieselbe Gase verdichtet und angesammelt werden, wodurch der Pflanze theils die durch Fäulniß organischer Substanzen im Boden selbst, in welchen die atmosphärische Luft eindringt, entstandene Kohlensäure- und Ammoniakquantitäten vorräthig gehalten, theils auch solche aus der Luft selber aufgesammelt werden. — Endlich ist möglichste Auflockerung des Bodens für das Gedeihen der Pflanzen von außerordentlicher Wichtigkeit, weil durch dieses die allseitige, ungehemmte Ausbreitung der Wurzeln verstattet und somit der Bezugskreis der Nahrung für die Pflanze nach Erforderniß erweitert werden kann.

Aus allem Angeführten geht nun wohl klar genug hervor, daß eine Eintheilung des Bodens in Sandboden, Thonboden und Kalkboden, wie man solche zu machen pflegt, gar nichts Bestimmtes besagt. Sandboden kann bald der reinste unfruchtbarste Quarzsand sein, bald ein der höchsten Fruchtbarkeit fähiger äußerst gemengter Boden. Ueberhaupt sagt eine Benennung für die Beschaffenheit des Bodens nichts. Zur wirklichen Würdigung eines Bodens gehört die genaue Anschauung des mechanischen Zustandes seiner Gemengtheile, die Kenntniß der sämmtlichen in demselben befindlichen Elementarstoffe und der Verbindungen, in welchen sich diese befinden, qualitativ und quantitativ, sodann die Menge der in demselben vorhandenen organischen Materien, endlich die Kenntniß des Untergrundes und der Lage. Alle die althergebrachten Bezeichnungen unserer Landwirthe, von fettem Boden, magerem Boden, saurem Boden, mildem Boden u. s. w. sind nur eben so viele Beweise völligster Unwissenheit.

Ein Boden, in welchem sehr feine und kleinkörnige Mineralien mit einander möglichst gleichmäßig gemengt sind, welcher möglichst locker ist, möglichst mannigfaltige Elementarstoffe und diese in möglichst löslichen Verbindungen enthält, und möglichst reichliche Vorräthe faulender organischer Materien besitzt, dessen Lage eine dem Einflusse der Witterung, welche die Verwitterung begünstigt, somit dem Sonnenscheine und Regen, vollkommen ausgesetzte, nicht eine die Quellenbildung hervorrufende oder Verschwemmung veranlassende abschüssige ist, dessen Untergrund dem Wasser ein allmähliges, nicht zu plötzliches Einziehen verstattet — ein solcher Boden wird im Allgemeinen der beste sein, welchen es geben kann. Einen solchen Boden bezeichnet in der wilden Natur eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der freiwillig auf demselben wachsenden Pflanzen, während andere Bodenarten, je entschiedener sie sich nach der einen oder anderen Seite von einander in ihren Eigenschaften entfernen,

um so entschiedener durch das fast ausschließliche Vorkommen einer einzigen Pflanzenart oder einiger weniger solcher, auf weiten Strecken kund geben.

Der Ackerbau hat nicht allein die Aufgabe, den Boden, wie die Natur ihn bietet, zu benutzen, sondern auch, denselben in ertragfähigem Stande zu halten, wenn er in solchem bereits angetroffen wird, oder aber ihn in solchen Stand zu bringen. Die mannigfaltigsten Bearbeitungen des Bodens zu seiner Auflockerung folgen sorgfältiger Bewässerung und Entwässerung. Wo das Material des Bodens zu grob und durchlässig ist, da bedarf es der Zerkleinerung oder der Vermengung mit feinerer teigbildender Erdmasse, besonders Thon, wo dasselbe dagegen zu fein und teigbildend ist, da muß dasselbe mit gröberem Materiale verbessert werden. Sand, Ziegelmehl (d. h. zerstampfte gebrannte Ziegelsteine), Bauschutt, Laub, Stroh, Kohlenklein (Abfälle von Holzkohlen oder Steinkohlen) dienen zu diesem Zwecke der Bodenbesserung, und Laub und Stroh tragen zu gleicher Zeit durch ihre Fäulniß zur Vermehrung der Pflanzennahrung bei, während Kohle zu diesem Zwecke insofern mitwirkt, als dieselbe vermöge ihrer Porosität fähig ist, Gase in sich zu sammeln.

Doch ist mit diesen Arbeiten zum erfolgreichen Betriebe des Ackerbaues noch keineswegs genug geschehen.

An unsere Aecker, welche wir Jahr aus Jahr ein mit immer denselben wenigen Gattungen von Pflanzen bestellen, und welche wir noch obendrein durch möglichste Begünstigung des Gedeihens dieser Pflanzen veranlassen, diesen möglichst viel von den Substanzen abzutreten, deren dieselben bedürfen, machen wir Ansprüche, welchen zu genügen zuletzt kein Boden im Stande sein würde.

Die Graspflänzchen, welche ihre Keimung vollendet haben, nehmen fortan alle Nahrung, deren sie bedürfen, aus dem Boden und aus der Atmosphäre auf. Diese Nahrung muß einestheils genügen, um Cellulose, Gummi, Dextrin und Zucker zu bilden, anderntheils, um Pflanzeneiweiß und andere Proteinsubstanzen und, mit Hülfe des Stärkemehles, Wachs und Chlorophyll zu erzeugen. Zugleich aber muß dieselbe eine Menge unorganischer Substanzen enthalten, sei es nun, daß diese nur als Einführungsmittel der organischen Substanzen dienen, oder daß sie in den Pflanzenzellen selbst die wichtigen Umsetzungen der Mischungen bewirken. Hundert Theile Heu liefern 6,82 Theile Asche; hundert Theile Stroh von Getreide liefern 4,02 Theile Asche. Die Aschenbestandtheile des Heues sind oben angeführt; die Asche des Strohes enthält ganz die nämlichen Bestandtheile, nur beträgt die Kieselerde hier sogar 63,89 Procente. Dieser Betrag an Kieselerde wird mit dem Heu und mit dem Stroh von Wiesen und Aeckern weggeführt. Es läßt sich daher sehr bald berechnen, wie oft von einer Bodenschicht von einer bestimmten Dicke, welche letztere der Länge der in das Erdreich eindringenden Wurzeln entsprechen muß, eine gewisse Quantität Heu oder Stroh geerntet werden kann, bis sich die in derselben Bodenschicht enthaltene Kieselerde gänzlich erschöpft. Von diesem Augenblicke an kann kein Grasgewächs auf demselben Boden mehr wachsen. Auch gibt es in der That Wiesen, welche allmählig mehr und mehr sich im Heuertrage verschlechtern, während Moos und andere Pflanzen, welche weniger Kieselerde bedürfen, überhand nehmen. Noch viel leichter aber werden sich andere Bestandtheile des Bodens erschöpfen, welche, wie die phosphorsaure Talkerde, im Allgemeinen

in viel geringerer Menge im Erdboden angetroffen werden, als die Kieselerde, ja, welche in manchen Bodenstrecken nur in sehr geringer Menge vorhanden sind.

Allerdings gibt es Gegenden, deren Boden sehr reichliche Vorräthe gerade derjenigen Mineralbestandtheile enthält, welche unsern wichtigsten Culturpflanzen nothwendig sind. Es ist aber unerläßlich, daß ein vernünftiger Landwirth sich davon überzeuge, daß die für eine „Frucht" erforderlichen Stoffe wirklich in genügender Menge vorhanden sind, bevor er mit der beabsichtigten Frucht seinen Acker bestellt. Hat aber der Acker im Laufe der Zeit durch wiederholte Ernten einen oder den andern der erforderlichen Bestandtheile in zu hohem Grade bereits eingebüßt, so sind besondere Mittel nöthig, den Acker wieder für dieselbe Frucht tauglich zu machen. Entweder, wenn der Boden noch nicht völlig an einem Bestandtheile erschöpft ist, und wenn nur die oberste Decke desselben eine zu große Armuth an diesem Bestandtheile verräth, oder derselbe zu wenig aufgeschlossen ist, so hilft die Umgrabung oder Aufwühlung mit Schaufel und Pflug. Denn durch dieses Verfahren wird die tiefere Masse des Bodens der oberen beigemengt und mit in Benutzung gezogen. Auch wird die Verwitterung der noch nicht aufgeschlossenen Mineralien befördert. Dieses geschieht theils gelegentlich bei der zu neuer Bestellung erforderlichen Auflockerung des Bodens, theils aber insbesondere durch die sogenannte Brache. Man läßt den Acker unbestellt, damit bei Einwirkung der Verwitterung neue Vorräthe löslicher Mineralsubstanzen sich ansammeln; man läßt dabei freiwillig wachsende Pflanzen, sogenannte Unkräuter, durch ihre Vegetation selbst aufschließend auf den Boden wirken, verliert aber durch dieselben nichts an Material, da man sie hernach unterpflügt. Die Brache hat ihren Namen vom Umbrechen, d. h. vom wiederholten Pflügen, und schon die alten Römer wiederholten diese Arbeit während einer Brache fünfmal. — Indessen kommt nicht bloß die absolute Menge der im Boden vorhandenen Stoffe, deren eine Culturpflanze bedarf, in Betracht, wo es sich um das möglichste Gedeihen einer Pflanzenart handelt, sondern auch das Verhältniß, in welchem diese Stoffe zu der Menge anderer Stoffe stehen, deren die Pflanze weniger oder gar nicht bedarf. Obgleich dieses Verhältniß noch wenig aufgeklärt ist, so steht doch bereits so viel fest, daß nicht selten die verhältnißmäßige Verminderung eines nur in geringer Menge oder gar nicht erforderlichen Stoffes eine ähnlich begünstigende Wirkung ausübt, wie die Vermehrung der nothwendigeren Stoffe. Eine solche Verminderung kann in manchen Fällen geschehen durch andere Pflanzen, seien es nun „Unkräuter," welche schon durch ihre freiwillige Ansiedelung auf dem Brachacker verrathen, daß die ihnen zusagenden Stoffe in sehr reichlicher Menge vorhanden sind, oder seien es andere Culturpflanzen. Es beruht hierauf das Wesen der sogenannten Wechselwirthschaft, d. h. der regelmäßigen Bestellung der Aecker mit einer Reihenfolge verschiedener Culturpflanzen, welche dem Boden abwechselnd Quantitäten vorwiegender Bestandtheile entziehen. Da wir wissen, daß die Gräser und Getreide dem Boden Kieselerde in größter Menge, daneben aber Kali und viele phosphorsaure Talkerde entziehen, während Klee, Wicken, Bohnen, hauptsächlich Kalk, Rüben, Kartoffeln, Runkeln, dagegen vorzugsweise Kali in Anspruch nehmen, so kann man bei Abwechslung mit diesen verschiedenen Culturpflanzen in regelmäßiger Fruchtfolge auf einem an allen obigen Bestandtheilen reichen Boden sehr lange Zeit den Ertrag des Ackers auf immer ziemlich gleicher

Höhe halten. — Vorzüglich scheinen die verschiedenartigen Bedürfnisse dieser abwechselnd gebauten Pflanzen auch ausschließend auf die Bodenbestandtheile einzuwirken. Die Gräser und Halbgräser bedürfen in solchem Grade der Kieselerde, daß dieser Bestandtheil vorherrschen muß, wo sie gedeihen sollen. Diese Bedingung findet sich sehr leicht erfüllt, indem die Kieselerde fast in jedem Boden den Hauptbestandtheil bildet. Jedoch nicht überall ist dieselbe genügend aufgeschlossen; es ist dieses nur da der Fall, wo sehr reichliche Mengen kohlensäurehaltigen Wassers auf den Boden einwirken. Berechnet man die Wassermenge, welche von dem Wiesengrase einer einzigen Morgenfläche im Verlauf von einem Tage ausgedunstet wird und welche verdunstend die Spuren von Kieselerde zurücklassen muß, welche aufgelöst in ihr enthalten war, so findet man, daß in der That eine sehr große Wassermenge erforderlich sein muß, um die Kieselerde zu lösen. Denn jene Wassermenge beträgt gegen 6 Millionen Pfund täglich, also während der Vegetationszeit des Grases eine ungeheure Menge, gegen welche die in dem Heu von einem Morgen Wiesenlandes in einem ganzen Jahre erhaltene Kieselerdemasse — etwa 500 Pfunde — fast verschwindend gering erscheint. Aus der zur Lösung der Kieselerde erforderlichen Wassermenge erklärt sich die Möglichkeit, den Wieswachs zu verbessern, ja denselben möglich zu machen, wo zuvor kein Grashalm freiwillig wuchs, durch Ueberschwemmung des Bodens, sei es durch Wasserstauungen, sei es durch künstliche Grabenleitungen und Ueberrieselungen (Rieselwiesen).

Ein anderes Mittel, dafür zu sorgen, daß die Culturpflanze, mit welcher man den Acker bestellt, die nöthigen Stoffe vorfinde, besteht darin, daß man diese Stoffe dem Acker zuführe. Man nennt dieses Verfahren ganz im Allgemeinen die Düngung, und den zugeführten Stoff Dünger. Diesen unterscheidet man in Mineraldünger, vegetabilischen und animalischen Dünger, allein eine solche Unterscheidung kann nur dienen, um Unklarheit über den Sinn der Düngung, wie sie von Alters her herrscht, fortzupflanzen. Will man eine Frucht auf einem Acker bauen, so hat man zu fragen, was enthält die Pflanze im Allgemeinen und was im Besondern in den Theilen, welche man vorzugsweise zu gewinnen wünscht. Darauf hat man zu untersuchen, ob der Acker diese Stoffe sämmtlich und in dem angemessensten Verhältnisse besitzt. Ist dieses nicht der Fall, so müssen die fehlenden Bestandtheile in einer angemessenen Form dem Acker zugeführt werden. Demnach kann jeder Stoff, welcher in einer Pflanze vorkommt, in Bezug auf diese als ein Dünger gelten. Der reinste Kiessand ist Dünger für Wiesengründe, welche durch allzulange Graserzeugung torfig oder sauer geworden, d. h. mit einer beträchtlichen Schicht modernder Pflanzenüberreste bedeckt sind, sowie derselbe als Dünger dienen muß auf allem Boden, welcher „Kieselpflanzen", wie die Gräser sind, hervorbringen soll, und nicht Kieselerde in genügender Menge enthält. Kalk (kohlensaure Kalkerde) ist ein anderer häufig angewandter Mineraldünger. Die Wirkung desselben besteht einestheils in der Vermehrung des Kalkerdevorrathes im Boden, anderntheils aber in der Auflösung der Kieselsäureverbindungen (Silikate) durch die Kohlensäure. Jedoch wird derselbe selten rein, sondern meistens als natürliches Gemenge mit Thon auf den Acker geführt. Dieses Gemenge heißt Mergel, da aber in solchem der Kalkgehalt von wenigen Procenten bis fast zum Ausschlusse des Thones abwechselt, so hat man mergeligen (d. h. kalkhaltigen) Thon,

Thonmergel, Mergel, Kalkmergel und mergeligen (d. h. thonhaltigen) Kalk zu unterscheiden. Die Mergelarten enthalten meistens auch Schwefeleisen (Schwefelkies), welches durch seine Verbindung mit Sauerstoff Vitriol (schwefelsaures Eisenoxydul), durch Wechselzersetzung mit dem Kalke aber Gyps (schwefelsaure Kalkerde) und Eisenspath (kohlensaures Eisenoxydul) bildet; letzterer verwandelt sich demnächst meistens in Eisenoxydhydrat, indem er die Kohlensäure abgibt und Sauerstoff und Wasser aufnimmt. Dieser und mancher anderer Wechselzersetzungen wegen kann der Mergel sehr verschiedenartige Wirkungen hervorbringen. Tertiäre und quaternäre Mergel sind die besten Düngemergel, besonders wegen mancher Bestandtheile, welche sie, als die jüngst in dem Meere abgelagerten und dem auslaugenden Regenwasser schwer zugänglichen Schichten, noch beibehalten haben. Auch enthalten sie, wie der beim Glühen derselben entstehende Geruch nach verbrannten Federn beweist, viele thierische Substanzen. Oft sind sie fast nur ein Haufwerk von Muscheln (Muschelmergel) und geben schon beim Graben einen aashaften Geruch nach verfaulenden Thierstoffen von sich. Ein solcher Mergel ist dann nicht bloß als Mineraldünger anzusehen. — Man wendet den Kalk mitunter auch in gebranntem (kohlensäurefreiem oder ätzendem) Zustande als Mittel zur Düngung an. Theils befreit der Kalk in diesem Zustande die Alkalien aus ihren Kieselsäureverbindungen, indem er selber sich an die Stelle derselben setzt, während jene Kohlensäure aus der Atmosphäre aufnehmen, theils aber macht derselbe schädliche Bestandtheile des Bodens unschädlich. Wo nämlich einem allzu moderreichen Boden, wie solcher in Torfsümpfen und oft auf Wiesen sich findet, Alkalien oder alkalische Erden fehlen, mit welchen sich die gebildeten Säuren des Humus, die in freiem Zustande nicht von Pflanzen aufgenommen werden, verbinden könnten, da dient der Kalk um diese Säuren zu binden und dieselben dann in Kohlensäure zu verwandeln. Der Gyps nützt theils durch seinen Kalkgehalt, theils durch seinen Gehalt an Schwefelsäure, und in letzterer Beziehung wieder theils durch Veranlassung von Wechselzersetzungen, theils durch den Schwefel als solchen. Phosphorsaure Kalkerde, als Phosphoritstein oder Apatit steht selten zu Gebote, darf sonst der Phosphorsäure wegen als ein sehr wichtiges Düngemittel gelten. Man wendet gewöhnlich statt jener Mineralien thierische Knochen an, welche gedörrt und zerrieben werden (Knochenmehl), und welche nicht nur durch die phosphorsaure Kalkerde, sondern außerdem durch den stickstoffhaltigen Leim und andere fäulnißfähige Substanzen auf die Vegetation einwirken. Auch phosphorsaure Talkerde, phosphorsaures Ammoniak, Glaubersalz (schwefelsaures Natron), Bittersalz (schwefelsaure Talkerde), Kochsalz (Chlornatrium, Steinsalz), Salpeter (salpetersaures Natron oder Kali) und andere Salze können als wichtige Düngungsmittel gelten. Jedoch dürfen alle diese Mittel nicht ohne Berechnung der Bodenbestandtheile und Pflanzenbedürfnisse angewandt werden. Asche von Holz, Torf, von Unkräutern oder Culturpflanzen selbst enthält eben die mineralischen Stoffe, welche von Pflanzen aufgenommen werden, in sehr verschiedenartigem Gemenge. Ihre Anwendung kann sehr verschiedene Zwecke erfüllen, theils durch die Stoffe selbst, mit welchen der Boden bereichert wird, theils durch die Wechselzersetzungen, welche sie bewirken. Sehr wichtig ist der Gehalt der Holzasche an löslichem kieselsaurem Kali, besonders aber an phosphorsauren Salzen, von welchen die Eichenholzasche 4 bis 5 Procente, die

Fichten- und Tannenholzasche 9 bis 15, die Asche von Tannennadeln (welche aber fast zwanzigmal so viel Asche geben, als das Holz) etwa 7, die Buchenholzasche 20 Procente enthält.

Mit den frischen oder faulenden Pflanzentheilen, welche man als vegetabilischen Dünger auf den Acker bringt, bietet man dem Boden sowohl alle Aschenbestandtheile und somit mineralischen Dünger, als auch die stickstofffreien und die stickstoffhaltigen Substanzen des Pflanzenkörpers. Es würde ein großer Irrthum sein, wenn man annehmen wollte, diese Bestandtheile könnten als organische Mischungen von der Pflanze aufgenommen werden und dieser dadurch etwa um so mehr förderlich sein. Es ist dem durchaus nicht so; vielmehr ist die Pflanze nicht im Stande, die Bestandtheile jener Substanzen aufzunehmen, bevor dieselben nicht durch die Fäulniß völlig zersetzt und in ganz neue unorganische Mischungen übergegangen sind. Nicht allein wegen der fäulnißfähigen organischen Substanzen hat die Düngung mit vegetabilischen Massen eine Wirkung, welche von derjenigen der Aschen abweicht, sondern auch weil erstere zugleich den Boden lockern, während letztere ihn verfesten und „bindig", d. h. wasserhaltend, machen. Manche Aschen verhalten sich fast wie hydraulische Mörtel; sie geben mit Wasser einen Brei, welcher später steinhart wird, besonders wenn Kalk zugegen ist. Für manche Bodenarten ist eine solche Düngung wünschenswerth, während für andere die Anwendung von Pflanzendünger sich empfiehlt.

Animalische Düngmittel können sehr verschiedenartig sein. Die allgemeinste Anwendung findet der Mist der Haarthiere (Seite 157), besonders der Hausthiere aus der Ordnung der Wiederkäuer und der Dickhäuter. Dem Miste ist zufällig oder auch mit absichtlicher Sorgfalt der Urin derselben Thiere beigemengt. Der Mist eines Thieres enthält natürlich diejenigen Mineralstoffe, welche in den Pflanzen enthalten waren, die sein Futter ausmachten. Für eben diese Pflanzen muß daher diese Mistart vorzugsweise günstig wirken, denn die organischen Substanzen, welche einestheils als unverdauliche Ueberreste der Speisen, theils als Darmaussonderungen im Miste enthalten sind, geben alle zuletzt dieselben Zersetzungsprodukte: Kohlensäure und Ammoniak. Der Mist von Thieren, welche Gras fressen, ist daher der beste Grasdünger, der Mist von Körnerfressern der beste Dünger für die Pflanze, von welcher die Körner herstammten, seien es Getreide, oder Erbsen, Bohnen u. dergl. Der Mist mit Rüben gefütterter Kühe gibt den besten Rübendünger; der Mist mit Kartoffeln gemästeter Schweine den besten Kartoffeldünger. Die größte Gewichtsmenge des Mistes ist Wasser. Frischer Kuhkoth enthält in 100 Theilen:

Wasser	85,91
verbrennliche Substanzen	12,35
Aschenbestandtheile	01,74
	100,00

Je länger der Mist an der Luft liegt, desto mehr verliert er einestheils durch Abgabe des Wassers, anderntheils durch Fäulniß der organischen Substanzen und darauf erfolgende Verflüchtigung des gebildeten kohlensauren Ammoniaks. Obiger Kuhkoth nach halbjähriger Fäulniß enthält in 100 Theilen:

Wasser	79,30
verbrennliche Substanzen	14,04
Aschenbestandtheile	06,66
	100,00

*

Aber diese 6,66 Procente Asche entsprechen einer fast viermal größeren Quantität frischen Mistes, nämlich nicht 100 Theilen, sondern 384 Theilen. In Wirklichkeit haben natürlich nicht die Aschenbestandtheile und in geringerem Grade auch die organischen Substanzen gegen das Wasser zugenommen, sondern das Wasser hat in hohem Grade und die Masse der organischen Substanz in geringerem Grade abgenommen. Es ist hieraus erklärlich, weßhalb der Landwirth findet, daß „gegohrener" Mist (in gleichem Gewichte angewandt) eine größere Wirksamkeit äußere, als frischer. Gleichwohl läßt es sich nicht in Abrede stellen, daß in frischem Miste die Menge der fäulnißfähigen Stoffe beträchtlicher sei, als in gegohrenem. Kohlensaures Ammoniak ist flüchtig — es verursacht den stechenden Geruch auf allen Aborten, in Ställen und Miststätten. Jedoch gibt es Mittel, dasselbe zu fixiren; besonders schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk haben diese Wirkung, indem sie das kohlensaure Ammoniak in schwefelsaures und phosphorsaures verwandeln. Man sollte daher den Mist mit Gyps überstreuen, um jenen Verlust zu vermeiden. — Die größte Menge stickstoffhaltiger Substanzen befindet sich im Harn; derselbe verbreitet faulend den heftigsten Geruch. Es ist hieraus allein schon klar, wie thöricht in manchen Gegenden die Landleute handeln, indem sie den Dünger so aufschichten, daß der Harn abfließt und verloren geht. Allein auch die wichtige phosphorsaure Talkerde, phosphorsaure Kalkerde, phosphorsaures Ammoniak und Natron sind im Harn enthalten.

Eins der kräftigsten Düngmittel ist Guano, der Mist von Vögeln, besonders von Seevögeln, welcher in ungeheuren Massen auf manchen Inseln gefunden und in ganzen Schiffsladungen nach Europa gebracht wird. Derselbe enthält in 100 Theilen:

harnsaures Ammoniak	17,4
phosphorsaure Kalk- und Talkerde	48,1
phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien	10,8
Wasser	22,3
beigemengten Sand	01,4
	100,0

und wird daher anderem Dünger beigemengt oder nur in geringer Quantität auf den Acker gestreut. — Fleisch, Blut, Haare, Lederabfälle und andere thierische Stoffe wirken hauptsächlich durch Ammoniakentwicklung, enthalten aber außerdem ähnliche Aschenbestandtheile, jedoch in sehr verschiedenem Verhältnisse.

Die auf einem Boden freiwillig wachsenden Pflanzen bedürfen zu ihrem gewöhnlichen Gedeihen einer Zuführung fäulnißfähiger Substanzen keineswegs. Sie nehmen hinreichende Mengen von Kohlensäure aus der Atmosphäre auf. Ein Beweis davon ist die durch das Pflanzenwachsthum allmählig hervorgebrachte Anhäufung von kohlenstoffreichen Substanzen im Boden. Die Wurzeln, die Stengel, die Blätter bilden vermodernd Humus, welcher den Boden schwärzt, und so viel von diesem auch in Kohlensäure verwandelt und der Luft mitgetheilt oder von Neuem in Pflanzen aufgenommen wird, so bleibt doch stets ein zunehmender Ueberschuß. Die Vermoderungsprodukte aller Pflanzen sind in letzter Stelle freilich alle die gleichen, allein es scheint, daß dieses beim Beginne der Vermoderung nicht so sei, indem man beobachtet, daß gewisse Pflanzen neben gewissen anderen nicht zu vegetiren vermögen und sogar in einem Boden verkümmern, in welchem jene gestanden

haben, auch wenn der Boden die ihnen zusagenden Mineralstoffe in reichlicher Menge enthält. Manche Erscheinungen, welche bei der Wechselwirthschaft Beobachtung finden müssen, dürften hierin ihre Erklärung haben. Es ist auch in diesem Sinne der Ausdruck „Excremente" der Pflanzen zu verstehen, welchen man mitunter für die Vermoderungsprodukte der Pflanzen gebraucht, die freilich schon während des Lebens der Pflanze durch Absterben der äußersten Theile der älteren Wurzeln sich bilden.

Von den Substanzen, welche in den Vegetationsorganen der Grasgewächse enthalten sind, möge nur des Zuckers noch eine nähere Erwähnung geschehen. Derselbe ist zwar ein sehr allgemeiner Bestandtheil des Zellensaftes, allein einestheils findet er sich in wenigen Pflanzen in so großer Menge, als im Zuckerrohre (Fig. 276), anderntheils ist er meistens als Traubenzucker in den Pflanzensäften vorhanden, nicht aber als Rohrzucker. Wie der Zucker sich bilde, darüber wissen wir noch nichts. Denkt man sich aber seine Entstehung aus Kohlensäure und Wasser, so ist es klar, daß ein starker Verlust an Sauerstoff stattgefunden hat. Eine solche Entstehung entspricht ganz der Athmung der Pflanzen. Auch deutet auf eine solche Entstehung der Umstand hin, daß im Safte des Mais ebenfalls eine große Menge von Zucker enthalten ist, welche aber mit der Blüthezeit völlig verschwindet und somit während der Aufnahme von Sauerstoff durch die Blüthentheile wieder verändert wird. Das Zuckerrohr liefert reichlichere Quantitäten von Rohrzucker, als irgend eine andere Pflanze. Doch werden unter den Dicotyledoneen die Runkelrüben in Europa und gewisse Ahorne (Acer saccharinum) in Nordamerika ebenfalls im Großen zur Zuckergewinnung benutzt. Beim Zuckerrohre erfüllt der Zuckersaft das markartige Parenchym des dicken Halmes, bei der Runkelrübenpflanze die eigentliche Rübe und beim Zuckerahorne den Stamm während der Frühlingssaftperiode. Aus dem ausgepreßten und durch Kalk seiner eiweißartigen und schleimigen Nebenbestandtheile beraubten Safte des Zuckerrohres gewinnt man den Zucker durch rasches Einkochen, durch welches man bei der Wärme des Klima's, in welchem allein das Zuckerrohr gedeiht, dem Eintritte der Gährung zuvorkommen muß, und darauf folgendes Auskrystallisiren, welches von selber erfolgt. Ein Theil des Zuckersaftes bleibt schleimigflüssig und krystallisirt nie; dieses ist der Syrup. Beinahe tausend Millionen Pfund Rohrzucker kommen jährlich aus den wärmeren Ländern von Amerika zu uns.

Die Grasgewächse sind größtentheils mehrjährig ausdauernde Pflanzen; einige erreichen ein hohes Alter. Unsere Getreidearten, welche alle Vegetationskraft auf die Erzeugung kräftiger Halme und fruchtbarer Aehren verwenden und daher ihr Rhizom so wenig ausbilden, daß dasselbe nicht im Stande ist, sich andauernd zu erhalten, sterben alle nach einer sehr kurzen Lebensperiode ab; die einen, im Frühlinge gesäet, reifen und sterben schon im Herbste; die anderen, im Herbste gesäet und gekeimt, erreichen erst im folgenden Frühlinge ihre volle Entwicklung und reifen im Sommer des zweiten Jahres. Erstere nennt man Sommergetreide, letztere Wintergetreide. Jedoch hat man Ursache zu vermuthen, daß zwischen den Sommer- und Wintergetreiden kein ursprünglicher Unterschied sei, sondern daß nur die Culturmethode selbst diese Varietäten geschaffen habe, obgleich dieselben auch



Fig. 305. Aehre und Pflanze des Sommerweizens (Triticum aestivum).



Fig. 306 Aehre und Pflanze des Winterweizens (Triticum hibernum).

äußerliche Verschiedenheiten zeigen (Fig. 305 und 306). Wie weit die verschiedenen Getreidearten als eigentliche ursprüngliche Arten oder als Varietäten zu betrachten sind, darüber kann man keineswegs in allen Fällen genügend entscheiden. Die wichtigsten derselben sind in Südeuropa der Mais (Fig. 292) und der Reiß (Fig. 284), im mittleren Europa der Dinkel oder Spelz (Fig. 296), sowie der Sommer- und Winterweizen; der Roggen (Fig. 275); die Sommergerste (Fig. 307), von welcher eine Varietät zweizeilige, die andere vierzeilige Aehren besitzt; die sechszeilige Wintergerste (Fig. 308) und der Hafer (Fig. 283) in einigen Varietäten. In jeder Gegend nennt man diejenige Getreideart, welche am Allgemeinsten zum Brode verwandt wird, mit der allgemeinen Benennung Korn, so in Norddeutschland den Roggen, in der Schweiz den Spelzweizen (Kernen). Der Mais ist ursprünglich im mittleren Amerika einheimisch, hat sich aber über

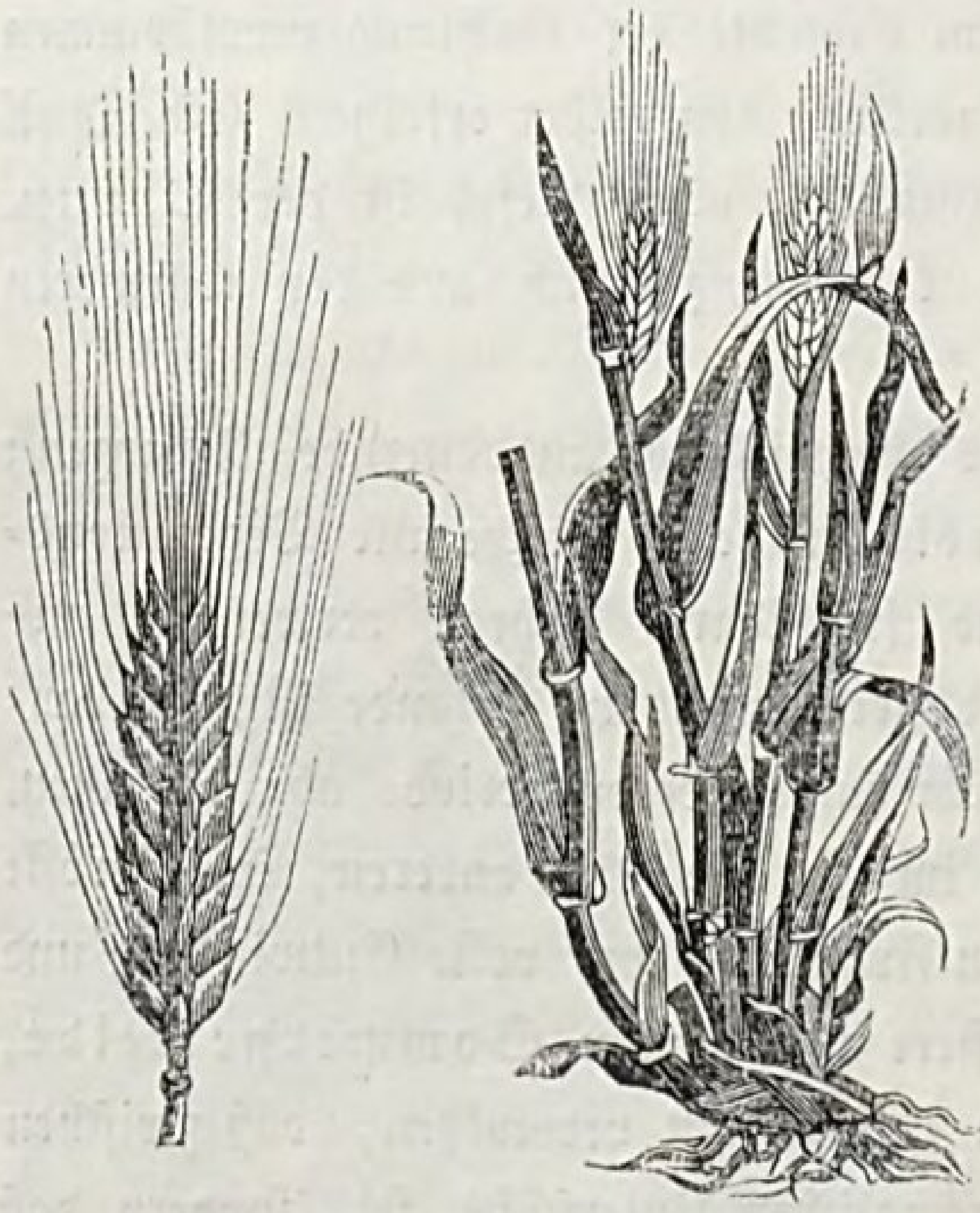


Fig. 307. Aehre und Pflanze der gemeinen (zweizeiligen) Sommergerste (Hordeum vulgare).

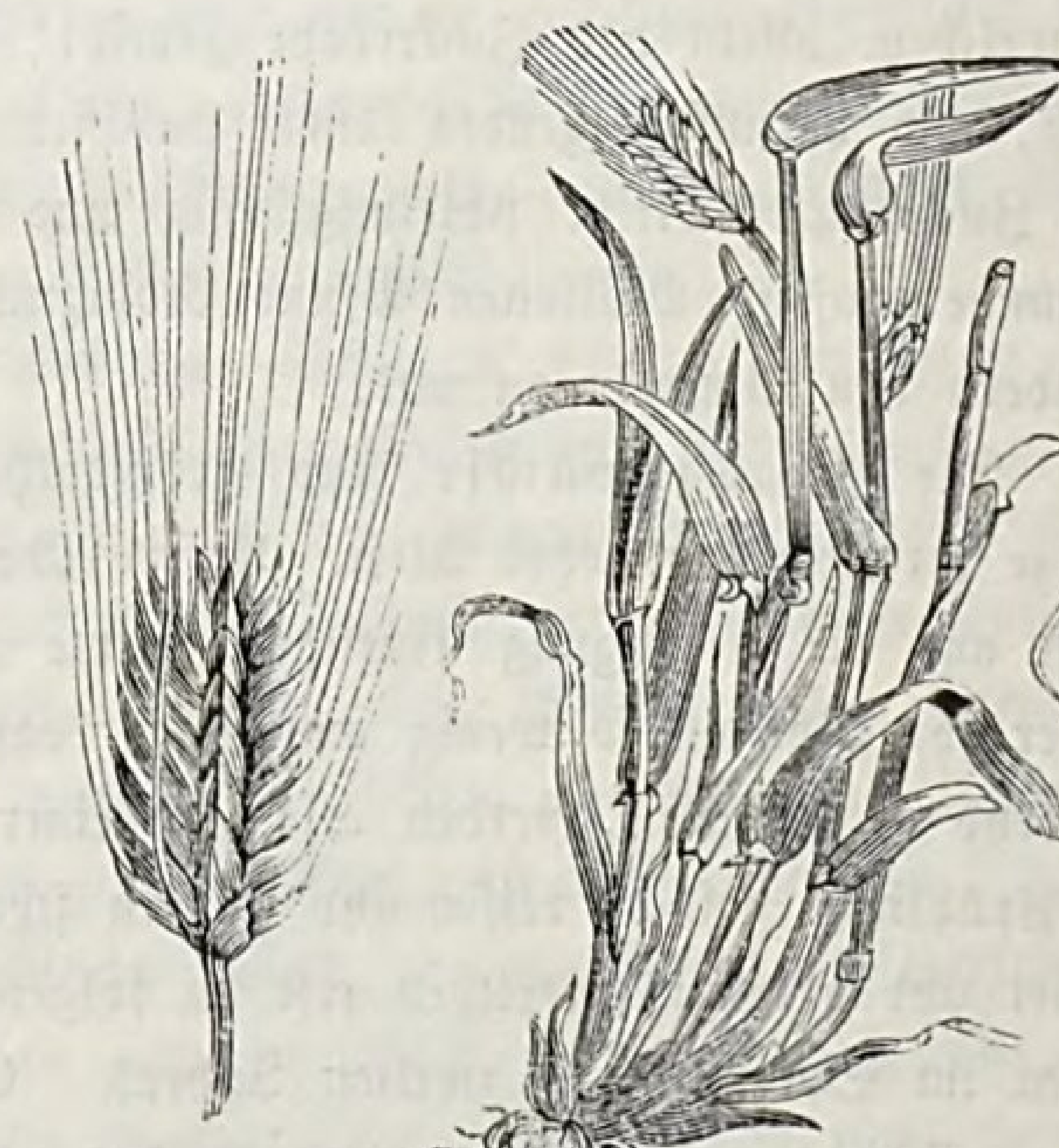


Fig. 308. Aehre und Pflanze der (sechszeiligen) Wintergerste (Hordeum hexastichon).

alle wärmeren Länder der Erde verbreitet. In der heißen Zone gedeiht er nur in einer Höhe von 3000 bis 7000 Fuß über dem Meere. Der Weizen, dessen Vaterland, wie dasjenige aller andern Getreide völlig unbekannt ist, liebt ein ähnliches Klima, geht indessen schon etwas weiter in minder warme Klimate hinaus, in Europa bis zum 60° nördl. Br., in der Schweiz bis zu einer Höhe von 4500 Fuß über dem Meere, und in der Aequatorialgegend gedeiht er nicht unter 8000 bis 10,000 Fuß Höhe. Der Roggen geht in Nordeuropa bis zum 67° n. Br., in der Schweiz bis 4700, ja selbst 5000 Fuß; in den wärmeren Ländern kennt man ihn nicht. Die Sommergerste und der Hafer ertragen das rauheste Klima; sie gehen in Nordeuropa bis zum 70° n. Br., in Asien bis zum 60° n. Br. und in Nordamerika bis 55° n. Br., und bilden überall die nördliche Grenze des Getreidewachsthumes. In Norddeutschland gedeihen sie auf den Gebirgen noch in einer Höhe von 2500 Fuß, in den Alpen bis 5500 Fuß, und im Himalayagebirge auf einer Höhe von 13,000 bis 14,000 Fuß finden sie ebenfalls die Bedingungen ihres Fortkommens. Das Zuckerrohr, ursprünglich aus dem südlichen Asien stammend, ist zwar im 15ten Jahrhunderte nach Südeuropa und erst von dort nach Westindien verpflanzt worden; allein gegenwärtig ist es nirgend auf der Erde in solcher Allgemeinheit angebaut, als dort; in Südeuropa hat man die Cultur desselben fast gänzlich aufgegeben.

Die wildwachsenden Grasgewächse, besonders die eigentlichen Gräser, zeichnen sich durch die Geselligkeit ihres Vorkommens aus. Sie bilden in den gemäßigten Gegenden die herrlichen Rasenteppiche der Wiesen und Weiden. Sind es in Europa nur niedrige Gräser, welche wir in dieser Weise verbreitet finden, so zeigen sich dagegen in Nordamerika die ungeheuren Rohrwiesen, die Savannen oder Prairieen, welche hunderte von Meilen weit sich ausdehnen und durch welche kein menschlicher Pfad hindurchleitet, in Südamerika die ähnlichen Pampas oder Llanos, in welchen Tausende wilder Rosse und Rinder weiden.

Man kennt gegenwärtig bereits mehr als dreitausend Arten von Grasgewächsen, etwa 1200 Halbgräser und 2000 ächte Gräser. Da die Zahl aller Samenpflanzen, welche man bis jetzt kennt, sich nicht viel über 20,000 Arten beläuft, so bilden sie demnach etwa den achten Theil von diesen; jedoch treten sie durch ihre Individuenmenge bedeutend stärker hervor, als jenes Verhältniß vermuthen lassen sollte. Dieselben verbreiten sich durch alle Klimate der Erde.

Das fossile Vorkommen von Grasgewächsen ist unbedeutend; Halbgräser scheinen früher existirt zu haben, als ächte Gräser. Man findet hauptsächlich in neutertiären Schichten Spuren von solchen. — Da die Zellen der Grasgewächse, wegen der in ihrer Membran enthaltenen Kieselerde, welche außerdem auch die Oberhaut aller ihrer Theile als eine äußerst zarte Lage bedeckt und manche Zellen unterhalb derselben gänzlich ausfüllt, durch Fäulniß nicht völlig zerstört werden, sondern ein äußerst zartes Glasgehäuse zurücklassen, so findet man mit Hülfe des Mikroskops im Culturboden und in Anschwemmungen der Flüsse mit großer Deutlichkeit erkennbare Kieselskelettchen von Gräserhaaren (Lithochaeta), von Gräseroberhaut (Lithodermatium) und mancherlei eigenthümlichen Zellen oder Zellengruppen (Lithostylidium, Lithodermatium), an welchen man oft noch die Art der Pflanze erkennen kann, von welcher sie herrühren.

Siebente Ordnung.

Die Schwertlilien. Ensatae.

Die Ordnung der Schwertlilien umfaßt die Familien der Irideen (Irideae), der Amaryllideen (Amaryllideae) und der Ananaspflanzen (Bromeliaceae), nebst den Burmanniaceen (Burmanniaceae), Hypoxideen (Hypoxideae) und Hämodoraceen (Haemodoraceae). Alle zu denselben gehörigen Gewächse unterscheiden sich von den Liliaceen im Wesentlichsten dadurch, daß ihre mehr oder weniger zu einer Röhre zusammengewachsenen Perigonblätter nebst den Staubfäden mit dem Fruchtknoten an ihrem unteren Theile verschmolzen sind, und somit epigynisch (Seite 782) erscheinen, wobei die scheinbare Stellung derselben auf den Fruchtknoten um so täuschender ist, als dieselben, soweit sie mit dem Fruchtknoten verschmolzen sind, grün erscheinen. Es steht also hier wirklich ein grüner Fruchtknoten unter der buntfarbigen Blume (Fig. 309).

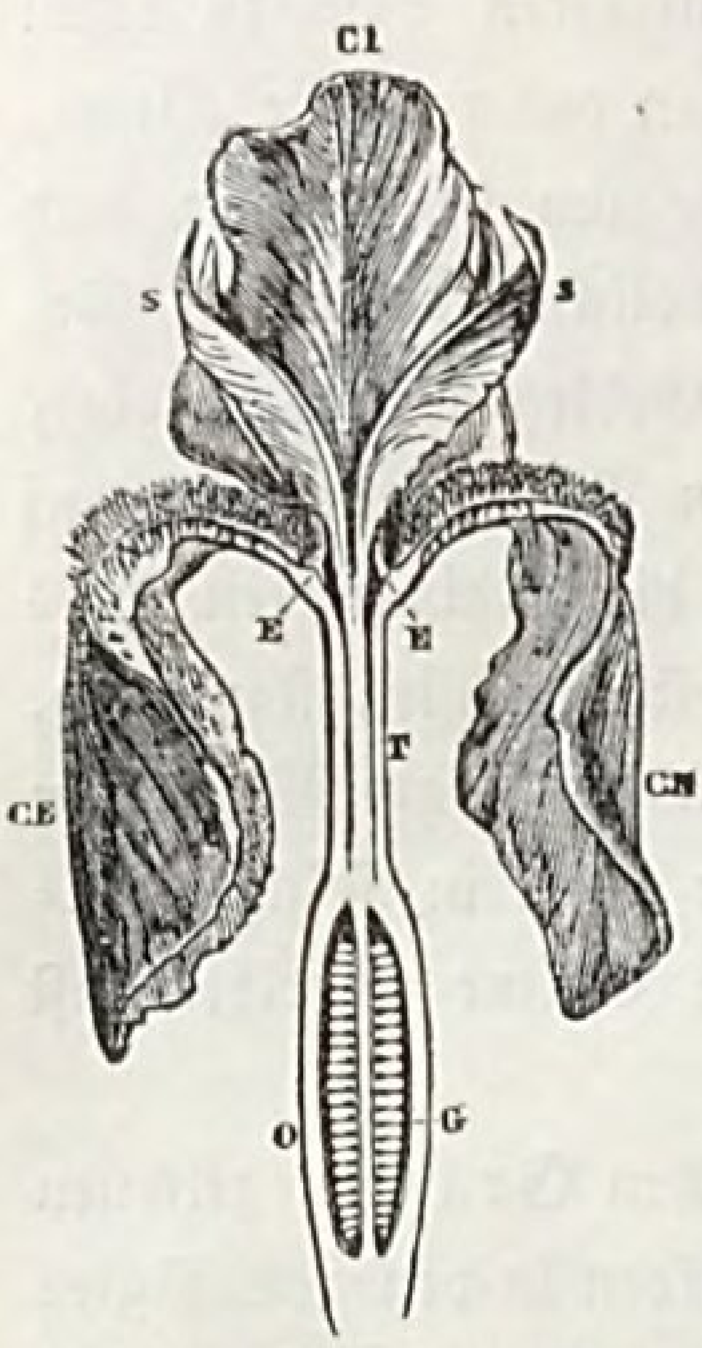


Fig. 309. Vertikalschnitt der Blüthe von der deutschen Iris (Iris germanica). *

* O Fruchtknoten; G Samenknöspchen, am Mittelsäulchen befestigt; T röhrenförmig verwachsene Perigonblätter; CE Kelchblätter; CI Kronenblätter; E Staubfäden; S blumenblattähnliche Narben.

Aus der ersten der genannten Familien sind die Sumpfiris (Iris pseudacorus) und die verschiedenen Irisarten unserer Gärten bekannt. Es gehören zu derselben auch die Saffrane (Crocus) und die Schwerdtel (Gladiolus). Die Iris haben ein ästiges Rhizom, mit knollenförmig angeschwollenen Internodien; die Krokusrhizome sind zwiebelähnlich; allein diese „Zwiebeln" besitzen nur wenige Blattorgane, bestehen vielmehr fast einzig aus einem knollenförmigen Zwiebelkuchen und werden daher auch Zwiebelknollen genannt. Die Schwerdtel besitzen eigentliche Zwiebeln, deren äußere Blätter dieselbe ganz umhüllen und durch die Zunahme derselben dann rissig zersprengt werden, so daß sie wie eine netzartige Hülle erscheinen. Der Aberglaube früherer Zeiten erkannte hierin ein Panzerhemde und hielt die Zwiebel als ein Zaubermittel für einen Allermannsharnisch. Einige Krokusarten, z. B. Cr. reticulatus, haben ähnliche Eigenthümlichkeiten.

Die Blätter der Iris haben eine höchst eigenthümliche Form, indem dieselben mit ihrem unteren Theile den aus dem Boden hervorbrechenden Zweigstengel (Schaft) als eine sehr enge Scheide umfassen, wobei es scheint, als bräche die Axe aus einem engen Spalt dieser Scheide selbst hervor, und die Scheide ist so scharf gekielt, daß sie fast schneidig erscheint; der freie Theil des Blattes aber ist gleichsam durch Verwachsung der beiden Scheidenhälften gebildet und ragt als ein zweischneidiges Schwert aus dem Boden, die beiden Schneiden senkrecht gerichtet. Beide Flächen eines solchen Blattes sind eigentlich Seitenhälften der Unterseite; die Oberseite ist, mit Ausnahme des den Zweigstengel umscheidenden Theiles, gar nicht vorhanden. Daher besitzen auch beide Blattflächen die gleiche Zahl von Spaltöffnungen, etwa 11572 auf einen Quadratzoll. Die Oberhaut der Iris benutzten wir (Fig. 199) als Beispiel der Beschaffenheit dieser Zellenlage bei den Mono-

cotyledoneen im Allgemeinen. — Die drei Kelchblätter der Iris sind ausgezeichnet durch eine sammetartige Bebärtelung der Mittellinie, auf welcher zarte Haarzellen hervorragen, eine Erscheinung, welche minder ausgezeichnet bei sehr vielen Blumen zu finden ist. Die Staubfäden aller Irideen geben uns ein Beispiel von Staubbeuteln, welche nicht nach innen, wie meistens der Fall, sondern nach außen, also der unteren Blattfläche entsprechend, sich öffnen, und erinnern uns somit an die Antherenblätter der Coniferen (Seite 734). Nur drei Staubfäden sind in einer Blume enthalten. Indessen haben diese Gewächse außerdem die Anlage zu dreien andern, mit den vorhandenen abwechselnd stehenden Staubfäden, welche jedoch nie eine bemerkbare Entwicklung erlangen. Vielmehr scheint es durchaus, als ob die drei Griffel der Karpelle des Fruchtknotens unmittelbar innerhalb der vorhandenen drei Staubfäden ständen. Jedoch beweisen sie durch ihre Stellung (Fig. 310), welche ganz mit derjenigen der Staubfäden übereinstimmt, am sichersten, daß nie zwischen beiden die abwechselnd stehenden Staubfäden fehlen, da außerdem die drei Karpelle nicht bloß scheinbar, sondern wirklich unmittelbar über den drei vorhandenen Staubfäden stehen müßten, was, da beiderlei Organe metamorphosirte Blattorgane sind, nicht der Fall sein kann. Die Griffel, besonders der Iris, sind vollkommen blumenblattartig und beugen sich über die Staubfäden zurück (Fig. 309, s). Die Befruchtung, welche eine Bestäubung der obern Flächen der Griffelblätter erfordern würde, ist bei dieser Stellung der Befruchtungsorgane fast unmöglich; es scheint, als ob hier nur der Zufall durch die honigsuchenden Insekten aushelfen könne. — Bei den Krokus, besonders dem ächten Saffran (Cr. sativus) sind die blattartigen Griffel faltig zusammengedrückt; dieselben werden, wegen des in ihnen enthaltenen gelben Farbstoffes, des „Saffrangelb," gesammelt und getrocknet, wegen ihres Gehaltes an aromatischem Oele auch als Gewürz benutzt. Etwa 50,000 Griffel geben ein Pfund des käuflichen Saffran. — Die Samen der Irideen sind von denen der Lilien wenig verschieden. Sie zeichnen sich durch ein horniges Endosperm aus, sowie durch die dem bloßen Auge bemerkbare Größe der Mikropyle (Fig. 311).



Fig. 310. Diagramm der Blüthe von der deutschen Iris (Iris germanica). *

* a Bezeichnet die Stellung der Hauptaxe des Blüthenstandes, deren Zweig die Blüthe trägt; die drei Kelchblätter sind durch ihre bebärtelte Mittellinie bezeichnet; man bemerkt die drei Kronenblätter, dann die drei durchschnittenen Staubbeutel mit Andeutung ihrer Oeffnungsweise, dann die drei Griffelblätter und die Karpelle und Samenknospen des Fruchtknotens.

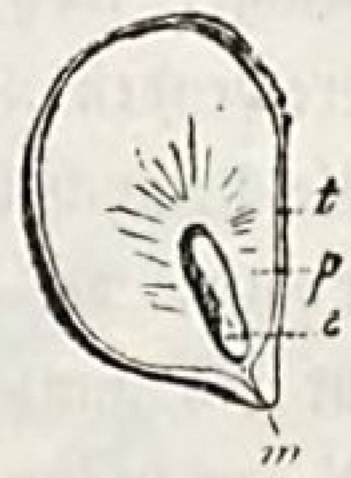


Fig. 311. Ein Samenkorn der deutschen Iris durchschnitten und vergrößert; t Samenschale; p Endosperm; e Embryo; m Mikropyle.

Bei den Amaryllideen finden sich die Staubfäden in doppelter Dreizahl vollständig ausgebildet; hier springen die Staubbeutel auch einwärts auf, wie gewöhnlich. Außer den herrlichen Amaryllis, welche, aus Brasilien stammend, bei uns häufig als Zimmerzierde gezogen werden, umfaßt diese Familie die lieblichen Schneeglöckchen (Galanthus nivalis), die Frühlingsknotenblume (Leucojum vernum) und die Narzissen (Narcissus poeticus), Tazetten (Narc. tazetta) und Jonquillen (N. jonquilla). Auch die Alströmerien gehören zu derselben Familie, beliebte Zimmerpflanzen, welche aus Chili stammen und welche sich durch ihren höchst eigenthümlichen Blüthenstand (Fig. 311, a) auszeichnen. Aus der Achsel eines Deckblattes, welches an der Hauptaxe des Blüthenstandes sitzt,

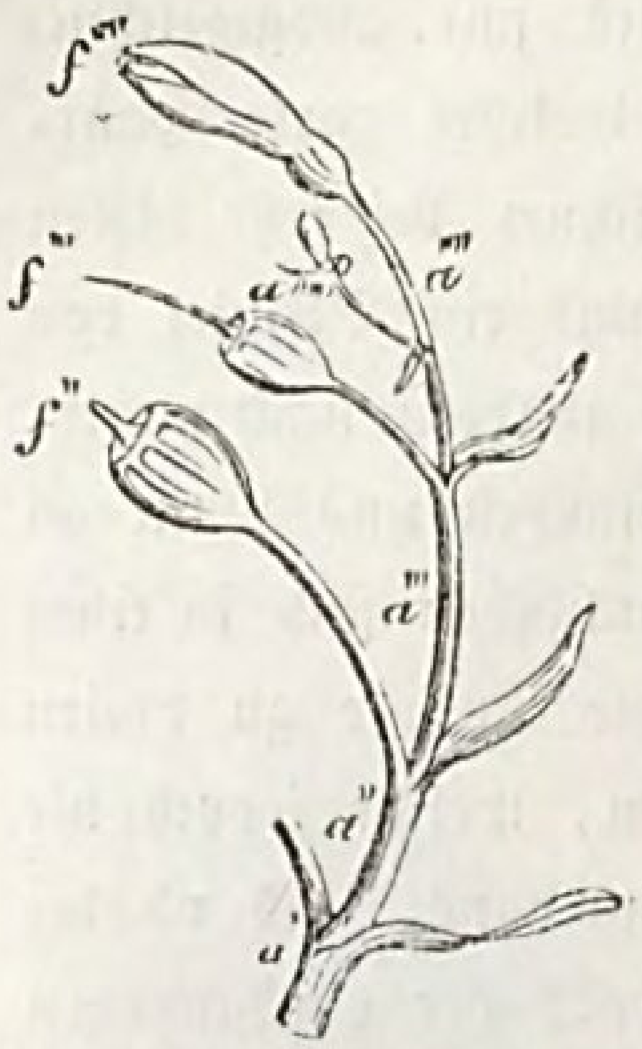


Fig. 311, *a*. Der Blüthenstand der bunten Alströmeria (Alstroemeria peregrina). *

* *a'* Hauptaxe des Blüthenstandes; *a''* Zweigaxe ersten Grades; *a'''* Zweigaxe zweiten Grades; *a''''* Zweigaxe dritten Grades u. s. w.; *f'* Gipfelblüthe der Hauptaxe; *f''* Gipfelblüthe der ersten Zweigaxe; *f'''* Gipfelblüthe der zweiten Zweigaxe u. s. w.

entspringt eine Zweigaxe, welche, da die Hauptaxe über diesem Punkte als ein Blüthenstiel endigt, sich selber wie eine Hauptaxe ausnimmt. Und unter ganz gleichem Verhältnisse steht an ihr wieder ein Zweig zweiten Grades, an diesem ein solcher vierten Grades u. s. w. Jeder Zweig endigt als ein Blüthenstiel und wird in der scheinbaren Fortsetzung der Hauptaxe durch den folgenden Zweig verdrängt, so daß alle Blumen auf die Seite geschoben erscheinen.

Die Griffel der Iris sind den Blumenblättern derselben ähnlich; danach ist zu vermuthen, daß die Blumenblätter derselben, wenigstens in ihrem oberen Theile, nicht Phyllodien, sondern wirklichen Blattspreiten zu vergleichen seien. Es würde der röhrenartig verwachsene Theil derselben etwa als Blattstiel oder Phyllodium betrachtet werden dürfen. Dieser Vergleich wird um so wahrscheinlicher durch eine Eigenthümlichkeit des Narzissengeschlechtes. Hier nämlich sehen wir an dem Punkte, wo die Blumenblätter sich von einander trennen, den röhrenartig verwachsenen unteren Theil derselben sich in einem zarten Blatthäutchen fortsetzen, dessen Uebereinstimmung mit dem bei den Gräsern an dem Vereinigungspunkte von Blattscheide (Phyllodium) und Blatt vorkommenden Blatthäutchen (Seite 822) in die Augen springt, trotz aller äußerlichen Verschiedenheiten. Da die den Blattscheiden entsprechenden Theile der sechs Blumenblätter röhrenartig verwachsen sind, so ist das Gleiche auch bei diesen Blatthäutchen, der sogenannten **Nebenkrone** oder **Schlundkrone**, der Fall. Bei der weißen Narzisse (N. poeticus) ist diese Nebenkrone nur ein ganz kurzer gelblicher Saum mit rothem Rande, bei der gelben Narzisse (N. pseudonarcissus) dagegen bildet dieselbe eine lange gelbe Glocke, welche aus der offenen Blume, deren sechs Blätter zurückgeschlagen sind, hervorragt.

Die Familie der **Bromeliaceen** umfaßt vorzüglich die **Ananas** und die **Agaven**. Diese haben aufrechte oberirdische Stämme und ungeheuer dicke, knorpelig fleischige, steife, stechende Blätter, besonders die Agaven, welche man aus diesem Grunde als natürliche Schutzwehr um Festungswerke anpflanzt. Die berühmten Früchte der Ananas (Fig. 311, b), welche ihres duftreichen Wohlgeschmackes wegen aus den tropischen Gegenden in unsere wärmsten Treibhäuser verpflanzt worden sind, dürfen nicht als einfache Früchte betrachtet werden, sondern sind vielmehr ganze Fruchtstände (Fig. 312). Es stehen nämlich die Blüthen sehr zahlreich um die Hauptaxe des Blüthenstandes, welche unter jeder Blüthe ein geringes **Deckblatt**, über dem Blüthenstande aber wieder einen Schopf großer Blätter trägt. Hernach bilden sich die Fruchtknoten der einzelnen Blüthen zu großen fleischigen Beeren aus, welche aber unter einander und mit den fleischigen Deckblättern selbst verwachsen und so eine tannenzapfenähnliche Fruchtmasse darstellen. Bei der wildwachsenden Pflanze bleiben die Beeren

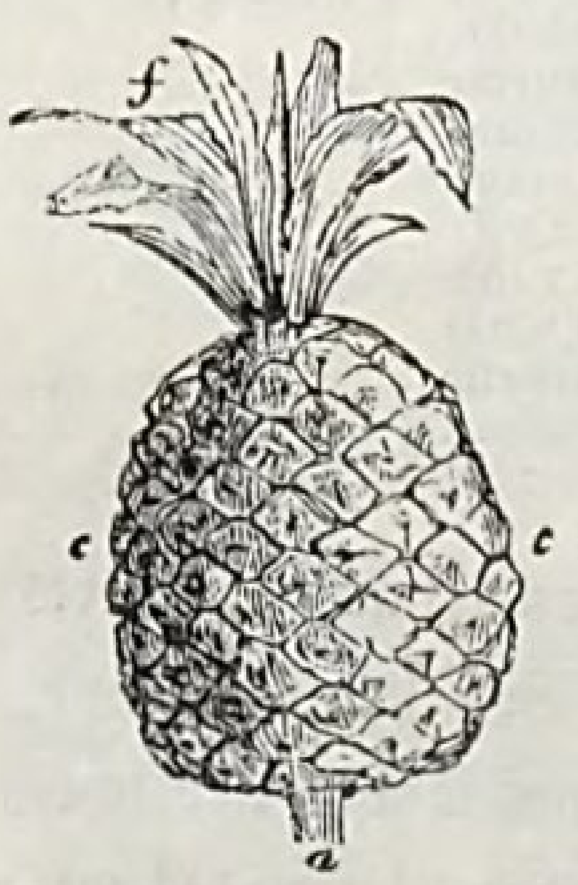


Fig. 311, *b* Die sogenannte Frucht der Ananas (Bromelia ananas s. Ananassa sativa). *

* *a* Axe des Fruchtstandes; *cc* zahlreiche zusammengewachsene Früchte; *f* Blätterbüschel am oberen Theile der Fruchtaxe.



Fig. 312. Die Ananas (Ananassa sativa) mit Fruchtstand und Durchschnitt desselben.

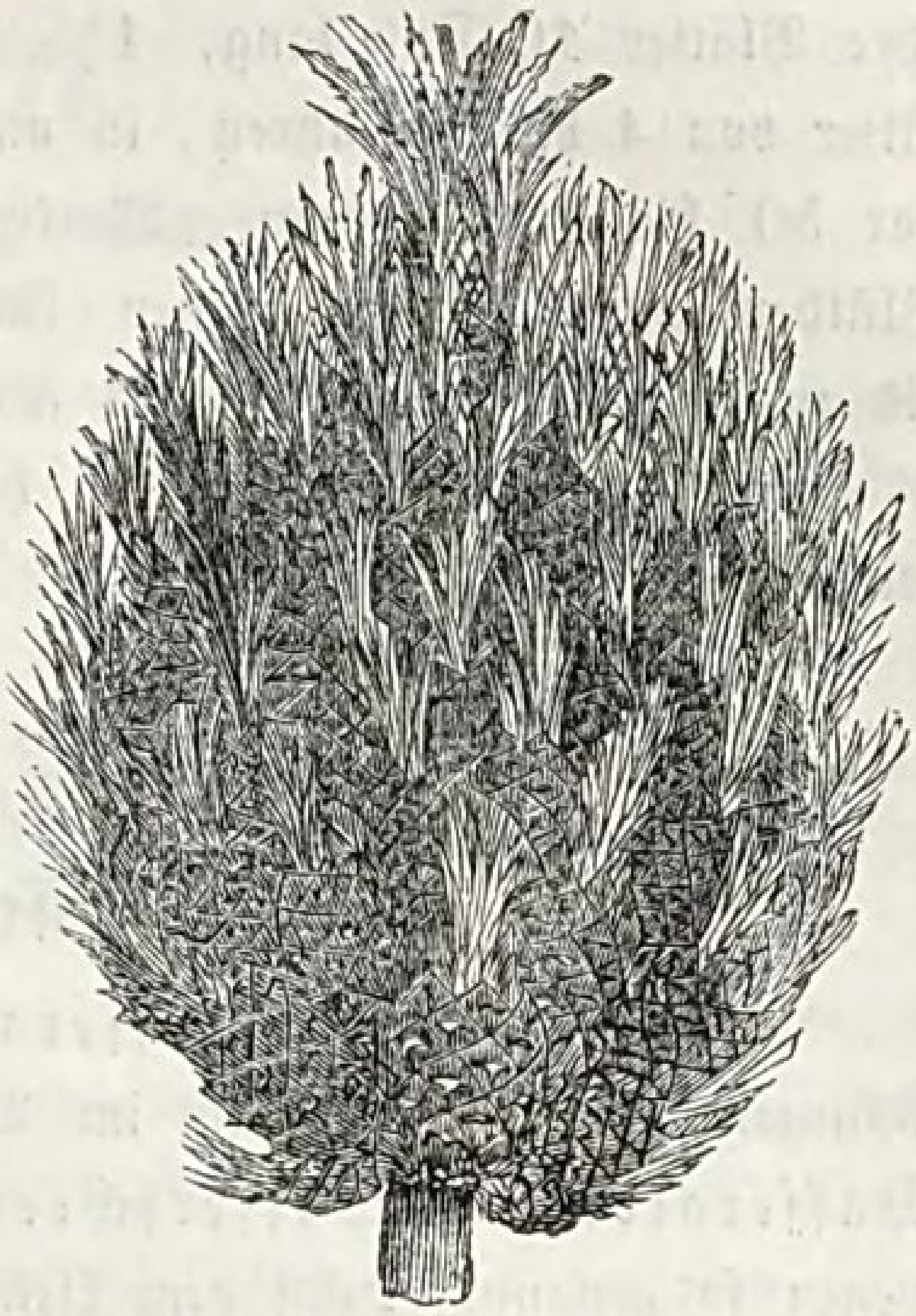


Fig. 313. Die vielköpfige Ananas.

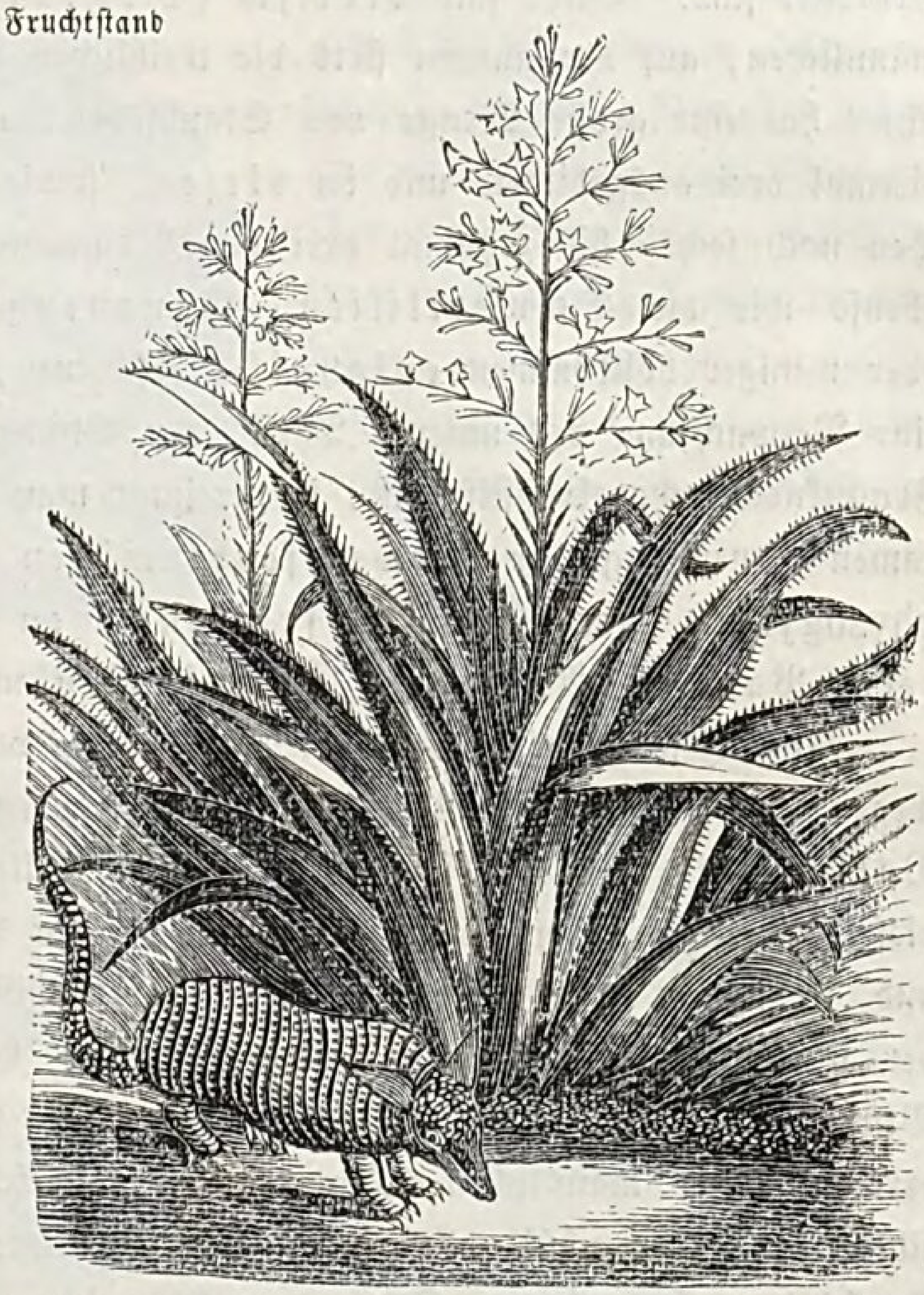


Fig. 314. Die brasilianische Carva (Bromelia variegata).

geringer, während die Samen sich ausbilden, bei der cultivirten dagegen wuchert das Fruchtfleisch außerordentlich, während dagegen die Samen unentwickelt bleiben. Noch massenhafter zusammengedrängt ist der Fruchtstand der sogenannten vielköpfigen Ananas (Fig. 313), einer in China und auf den indischen Inseln vorkommenden Varietät. Bei dieser entspringen nämlich unmittelbar aus der Hauptaxe des Blüthenstandes nicht einzelne Blüthen, sondern ganze blüthentragende Zweigaxen, deren jede hernach eine Fruchtmasse bildet, welche mit den übrigen zusammenwächst. — Die Blätter der Ananas, der Bromelien (Fig. 314), welche ihnen sehr ähnlich sind, und der Agaven liefern eine Masse von Bastfasern, welche ihre Gefäßbündel begleiten und welche, ganz ähnlich wie die des neuseeländischen Flachses, zu dem haltbarsten Seilwerke trefflich benutzt werden können. Die sogenannte hundertjährige Agave (Agave americana), welche ursprünglich aus Südamerika stammt, seit fast dreihundert Jahren aber im ganzen südlichen Europa einheimisch geworden ist, blüht nur ein einziges Mal, da sie nicht an Zweigaxen, sondern stets an der Hauptaxe den Blüthenstand trägt. In ihrem Vaterlande, wo

ihre Blätter 10 Fuß lang, 1½ Fuß breit und 8 Zoll dick werden, blüht sie im Alter von 4 bis 5 Jahren, in unsern Treibhäusern erst mit 10 bis 20, ja wohl gar 50 bis 100 Jahren. Merkwürdig ist die plötzliche, rasche Entwicklung des Blüthenstandes, indem binnen kurzer Zeit die zuvor nur äußerst niedrige Axe sich bis zu einer Höhe von 20 bis 30 Fuß verlängert, wobei sie in einem Tage wohl ½ Fuß zunimmt und wie ein herrlicher Kandelaber nach allen Seiten Arme mit gelben Blüthenbüscheln ausbreitet.

Achte Ordnung.

Die Wasseraloen. Hydrocharidinæ.

Die Ordnung der Wasseraloen umfaßt nur eine einzige kleine Familie von Pflanzen, welche sämmtlich im Wasser wachsen, und von welchen die gemeine Wasseraloe oder Wasserscheer (Stratiotes aloides), ihrer aloeähnlichen Blätter wegen so genannt, nebst dem kleinen scheibenblätterigen, schwimmenden Froschbiß (Hydrocharis morsus ranae) in stillen Gewässern des mittlern Europa allgemein verbreitet sind. Beide sind diöcisch (Seite 744), indem auf einer Pflanze stets die männlichen, auf der andern stets die weiblichen Organe verkümmern. Die Wasserscheer hat eine große Menge von Staubfäden, nämlich in den männlichen Blüthen viermal drei ausgebildete und in diesen, sowie auch in den weiblichen Blüthen noch sechs- bis zehnmal drei unvollkommene Fäden. Da die Wasseraloen ebenso wie die Schwertlilien, Bananengewächse und Orchideen mehr oder weniger vollkommen epigynisch erscheinen, indem bei allen diesen Ordnungen eine Verwachsung des unteren Theils der Blumenblätter und Staubfäden mit dem Fruchtknoten charakteristisch ist, so vereinigt man sie mit denselben unter der gemeinsamen Benennung der verwachsenblumigen Monocotyledoneen (M. symphysogynae), um sie von den freiblumigen (M. eleutherogynae), den Liliaceen, Palmen, Aroideen, Sumpflilien und Glumaceen, zu unterscheiden.

Eine kleine Wasserpflanze dieser Ordnung verdient einer besondern Erwähnung, wegen der Eigenthümlichkeiten ihrer Befruchtungsweise. Es ist dieses die spiralige Vallisnerie (Vallisneria spiralis). In Italien und im südlichen Frankreich ist dieselbe in allen Kanälen zu finden, in einigen Armen der Rhone besonders häufig und im Kanal von Languedoc sogar der Schifffahrt lästig. Der Blüthenstengel der weiblichen Pflanze rollt sich bei seiner Entwicklung spiralförmig auf, zur Blüthezeit aber streckt er sich aus, so daß die Blume die Oberfläche des Wassers erreicht. Die männlichen Blumen aber, erleichtert durch die in ihrer noch geschlossenen Blumenhülle sich ansammelnde Luftart, streben so heftig aufwärts, daß sie sich von ihren kurzen Stielen, welche nicht nachgeben können, völlig losreißen. Sich öffnend, treiben sie dann, wie kleine Gondeln, auf dem Wasser dahin und gerathen, indem sie ihren Blüthenstaub ausschütten, leicht in die Nähe der weiblichen Blumen, deren Befruchtung auf diese Weise ungestört an der Luft vor sich gehen kann. Nach vollendeter Befruchtung sinkt die weibliche Blüthe, durch die Elastizität ihres spiraligen Stieles gezogen und nach Hinfall ihrer Blätter nicht mehr im Stande, sich oben zu halten, wieder in die Tiefe, indem der Stiel sich wieder einrollt, und der Same reift nun im Wasser selbst.

Neunte Ordnung.

Die Bananengewächse. Scitamineæ.

Von ähnlicher Wichtigkeit für die Existenz des Menschen, wie diejenige, welche die Getreidearten in allen gemäßigten Klimaten besitzen, sind in der heißen Zone die Bananengewächse oder Paradiesfeigen (Musaceae), nach welchen man eine Ordnung von Pflanzen benannt hat, deren hervorragendste Gattungen eben dieser Familie angehören, während jedoch auch die Familie der Blumenrohre (Cannaceae) und die der Gewürzlilien (Amomeae) zu derselben Ordnung gezählt werden müssen.

Der Paradiesfeigenbaum oder Pisang (Fig. 315) und die übrigen Bananengewächse haben ein mächtiges Rhizom im Erdboden, aus welchem ungeheure, 10 bis 20 Fuß hohe Schäfte hervorsprossen, welche mit ihren Büscheln kolossaler Blätter (Fig. 316), von deren Blattscheiden sie umgeben sind, wie palmenähnliche Bäume erscheinen. Aus der Mitte eines jeden solchen Blätterbüschels ragt der dünne Schaft als Axe des einzigen Blüthenstandes hervor. Derselbe trägt eine etwa vier Fuß lange Blüthenähre mit sehr zahlreichen Blüthen, deren scheidenartige Deckblätter abfallen und deren epigynische Kelch- und Blumenblätter eine so ungleiche Länge besitzen, daß die ganze Blume



Fig. 315. Der Paradiesfeigenbaum (Musa paradisiaca).



Fig. 317. Blüthe und Frucht des Pisang; $1/_{19}$ d. nat. Gr.*

*a Die scheinbar zweilippig geöffnete Blume; b dieselbe ohne die Blumenblätter; c der Fruchtknoten nach der Blüthezeit; d ein Theil des Fruchtstandes mit Früchten.

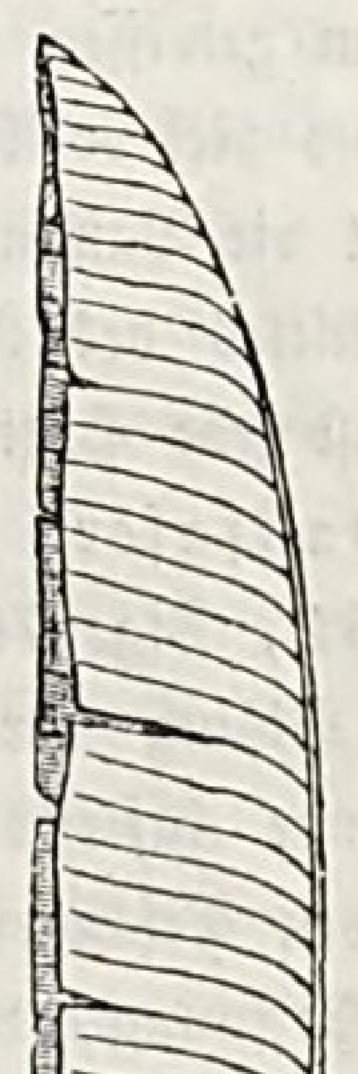


Fig. 316. Das Blatt eines Pisang. — $1/_{30}$ der nat. Gr. ohne die Blattscheide.*

* Die Blattspreite ist parallel den Seitennerven unregelmäßig vom Winde eingerissen.

fast zweilippig erscheint (Fig. 317, a). Die Staubfäden tragen häufig keine Staubbeutel (b), und somit wird dann der Griffel nicht befruchtet. Nach der Blüthe bleiben die Ueberreste der Blume vertrocknend auf dem Fruchtknoten stehen (c), welcher letztere sich zu einer gurkenähnlich gestalteten, dreifächerigen, fleischigen Beere ausbildet. Solcher Bananenfrüchte trägt der herabhangende Blüthenstand eine ungeheure Zahl, und jede derselben besitzt eine beträchtliche Größe. Eine einzige Pflanze kann daher auf ihren gewaltigen Schäften in einem Jahre 1½ Centner solcher Früchte tragen, welche dem Bewohner der heißen Zone eine treffliche Nahrung liefern. Wer erkennte nicht in dem ungeheuren und völlig mühelosen Ertrage solcher Gewächse einen Zusammenhang mit dem Culturzustande der Bewohner jener Erdstriche, deren fünfzig vollauf und ohne Arbeit ihre Nahrung gewinnen könnten von einer Bodenfläche, welche in unserm Klima, mit rastlosem Schweiße beackert, eine Weizenernte ertragen würden, kaum für drei Menschen zum Jahresunterhalte genügend. Von den Bananen leben im südlichen Asien wie im heißen Theile Amerika's viele Millionen Menschen fast ausschließlich. Während wir bei vielen Pflanzen mit ausdauerndem Rhizome, und besonders bei den durch Zwiebelbrut sich fortpflanzenden, mit der Entwicklung des Samens zugleich die Ausbildung der Frucht ganz in den Hintergrund gedrängt sehen, beobachten wir hier ein Beispiel der vollkommensten Fruchtbildung bei völlig fehlschlagender Samenerzeugung, indem die cultivirten Bananengewächse, ähnlich wie häufig die Ananas, gänzlich samenlose Früchte zu tragen pflegen. Ja es scheint, als ob durch das Fehlschlagen des Samens vielmehr eine um so ausgezeichnetere Ausbildung der Frucht hervorgerufen wird, indem die wildwachsenden und samentragenden Pflanzen bei Weitem minder fleischige Früchte liefern. Doch steht dieses Verhältniß hier nicht einzig da — bei vielen cultivirten Gewächsen beobachtet man Aehnliches, z. B. beim Brodfruchtbaume und in einem gewissen Grade auch bei unserem Obste, dessen ungenießbare Wildlinge meistens viel vollkommener ausgebildete Samen besitzen, als die Edelfrüchte. Man pflanzt die Bananengewächse übrigens dennoch leicht fort, indem es dazu nur eines Abschnittes des Rhizomes bedarf, welcher in den Boden gelegt wird, und daher ist fast jede Hütte Indiens von Bananenpflanzungen umgeben.

Die Bastfasern der die Blattscheiden durchziehenden Gefäßbündel (die Gefäße s. Seite 651, Fig. 76, c, d) geben ein ausgezeichnetes Material zu Seilwerk. Von dem Pisang der Molukkischen Inseln (Musa textilis) kommt der schöne, seidenglänzende Faserstoff, welchen man im Handel als „Manillahanf" bezeichnet.

Mit den Pisangen sehr nahe verwandt ist die schöne Strelitzia vom Cap der guten Hoffnung, deren prachtvolle Blumen, aus einer engen Blüthenscheide sich hervordrängend, im Großen die nämliche Ungleichheit der Blumenblätter zeigen, welche die Blumen der Pisange besitzen, und welche in einem geringeren Grade auch bei den Schwerdteln und Amaryllen bemerkbar ist.

Die Familie der Blumenrohre umfaßt, außer dem Indischen Blumenrohre (Canna indica), unserer beliebten Zierpflanze, auch die Pfeilwurz (Fig. 318) des wärmeren Amerika, aus deren Rhizome das „Pfeilwurzelmehl" oder eigentliche Arrow-root gewonnen wird. Diese Pflanze verästelt sich an ihrem oberirdischen Schafte. Eine Eigenthümlichkeit dieser Familie besteht darin, daß ihre Staubbeutel nur ein einziges Pollenfach besitzen; obendrein sind alle Staubfäden stets bis auf einen verkümmert.



Fig. 318. Die Pfeilwurz (Marantha arundinacea).

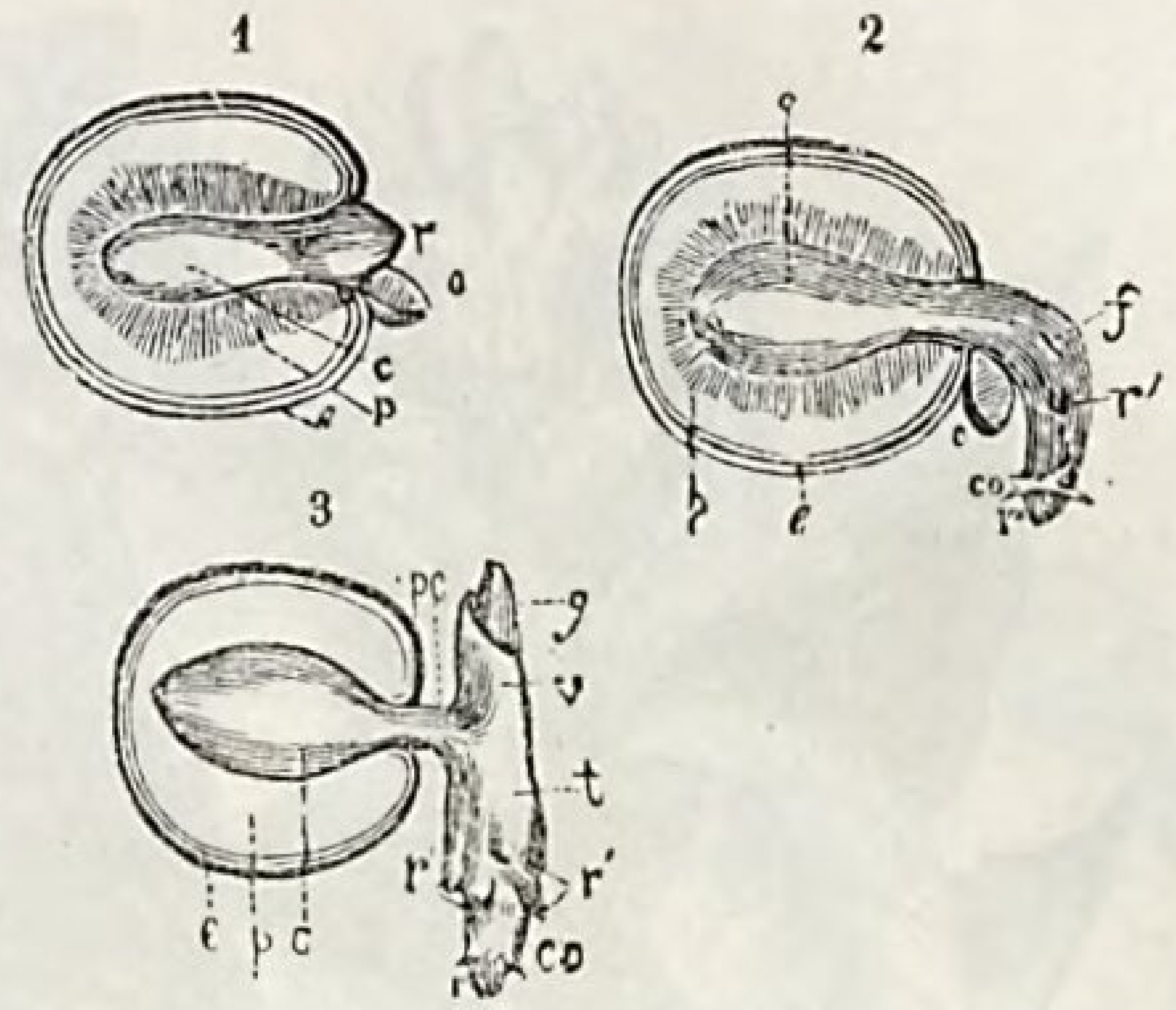


Fig. 319. Die Keimung des indischen Blumenrohres (Canna indica), dargestellt in Durchschnitten des Samens, dreifach vergrößert. *

*1 Der Embryo ist im Begriffe, sich hervorzuschieben; *e* Samenschale; *p* Endosperm; *c* Cotyledon; *r* Axenorgan; *o* ein Stückchen der Samenschale, welches sich wie ein Deckelchen geöffnet hat. — 2 Die Entwicklung des Axenorganes beginnt; *co* scheidenartiges Gewebe, welches die Spitze der Axe umgibt; *r'* Anlage zur ersten Adventivwurzel; *f* Keimungsspalte. — 3 Schluß der Keimung; *pc* stielartiger Theil des Cotyledon; *v* scheidenartiger Theil; *g* Keimungsknöspchen, aus der Spalte der Scheide hervorgebrochen; *t* Axenorgan; *r'r'* Adventivwurzelchen.

Die erbsengroßen, schwarzen Samen des Indischen Blumenrohres, welche nicht selten zu Perlschnüren benutzt werden, können zu einer lehrreichen Beobachtung des Vorganges der Keimung benutzt werden (Fig. 319). Besonders deutlich zeigt sich hier die Uebereinstimmung der Entwicklung des Cotyledon mit Blattorganen. Derselbe bleibt hier bei der Keimung im Samen stecken, dessen Endosperm um so mehr abnimmt, je mehr jener wächst. Der untere Theil des Cotyledon fährt während dessen fort, sich zu verlängern, und erzeugt somit nicht nur einen stielartig verschmälerten Theil, welcher das Keimungsknöspchen und das Axenorgan gänzlich aus dem Samenkorne hervorschiebt, sondern wenn darauf die Entwicklung der Axe beginnt, so bildet sich um dieselbe noch eine deutliche Blattscheide, und erst mit der Ausbildung dieses Theiles erlischt die Entwicklungsfähigkeit des Cotyledon, dessen ursprünglich im Samen vorhandener Theil somit nur der eigentlichen Blattspreite zu vergleichen war.

Die Familie der Gewürzlilien zeichnet sich durch gewürzhaft duftende und schmeckende ätherische Oele aus, deren Natur übrigens noch wenig bekannt ist. Die Ingwerpflanze (Amomum zingiber) und die Galgantwurz (Alpinia galanga) liefern bekannte Gewürze und Arzneimittel in ihrem Rhizome, dem Ingwer (zingiber officinale) und Galgant (radix galangae); die Kardamomen und Paradieskörner sind die Samen von Pflanzen des Geschlechtes der Alpinien und Amomen. Die Kurkumeipflanze (Fig. 319, a) enthält in ihrem Rhizome einen schönen gelben Farbstoff. Von einer naheverwandten Pflanze kommt der Zittwer. Alle diese Gewächse sind im südöstlichen Asien, theilweise auch in Afrika einheimisch. Die Ingwerpflanze (Fig. 320) treibt theils belaubte Schäfte, welche keine Blüthen tragen, theils Blüthenschäfte, deren, nur von kurzen, schuppenartigen Deckblättern begleitete, seitenständige Blüthen sehr unregelmäßig gebildet erscheinen. Von den drei Kelchblättern sind nämlich zwei größer als das dritte aufwärts gerichtete, von den drei Kronenblättern dagegen ist das abwärts gerichtete viel größer, dreilappig.



Fig. 319, *a.* Die Kurkumeipflanze (Curcuma longa).



Fig. 320. Die Ingwerpflanze (Amomum zingiber).

Zehnte Ordnung.

Die Orchideen. Orchideæ.

Die unregelmäßige Form der Blüthen, welche wir beim Ingwer fanden und zu welcher schon die Amaryllideen die Anlage zeigen, charakterisirt die Orchideen im höchsten Grade. Die drei Kelchblättchen des epigynischen Perigons sind ziemlich gleich, von den drei Kronenblättern aber zwei diesen ziemlich gleich, während ein drittes, das sogenannte Lippchen, außerordentlich groß zu sein pflegt. Während der Knospenlage ist dieses Lippchen der Axe des Blüthenstandes zugewandt; gegen die Zeit des Aufblühens aber dreht sich die Blume um ihre eigene Axe in solchem Grade, daß das Lippchen gerade in die entgegengesetzte Stellung geräth und somit bei der offenen Blume nach außen und abwärts gerichtet ist, während von den kleineren Perigonblättchen drei oder alle fünf sich aufwärts gegen die Hauptaxe richten und die ganze Blume dadurch einigermaßen zweilippig erscheint (Fig. 321). Das Lippchen ist an seinem Saume mehr oder weniger eingeschnitten, meistens daher dreitheilig (Fig. 322), und während es bei dem schönen Frauenschuh (Cypripedium calceolus) eine sackartig hohlgebogene, pantoffelähnliche Form besitzt, ist es bei vielen anderen Orchideen an seinem Grunde trichterförmig vertieft, und zwar in solchem Grade, daß der enge Trichter fast röhrenartig verlängert als ein oft wunderbar gestalteter Sporn neben dem Fruchtknoten zurückgekrümmt liegt.

Auch hier findet ganz allgemein eine theilweise Verkümmerung der Staubfäden statt, so daß bei der Mehrzahl der Orchideen nur ein einziger, dem Lippchen gerade entgegengesetzt, sich ausbildet, während von zweien andern nur geringe Spuren, die sogenannten Staminodien, bemerkbar sind (Fig. 323). Der Frauen-

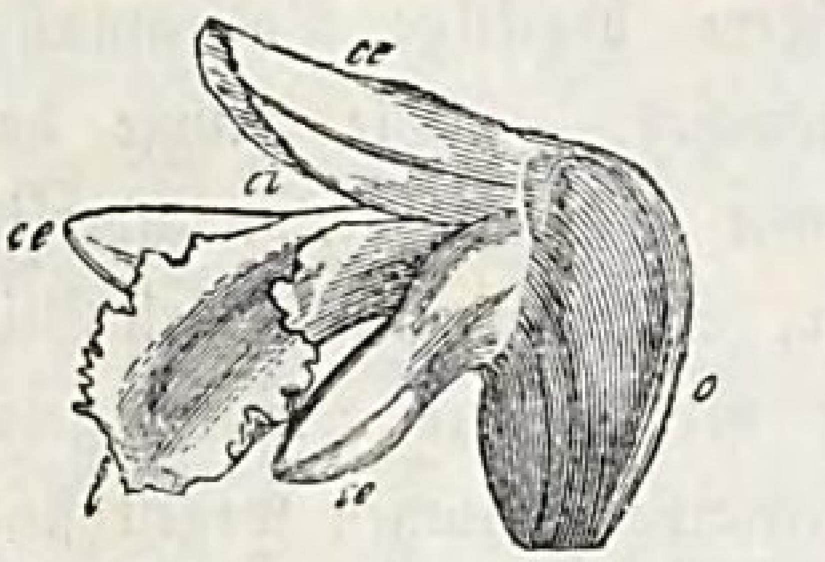


Fig. 321. Die Blüthe der Herbstdrehblume (Spiranthes autumnalis), geöffnet. *

* *o* Fruchtknoten; *ce* Kelchblätter; *ci* die beiden kleinen Kronenblätter; *l* das Lippchen.

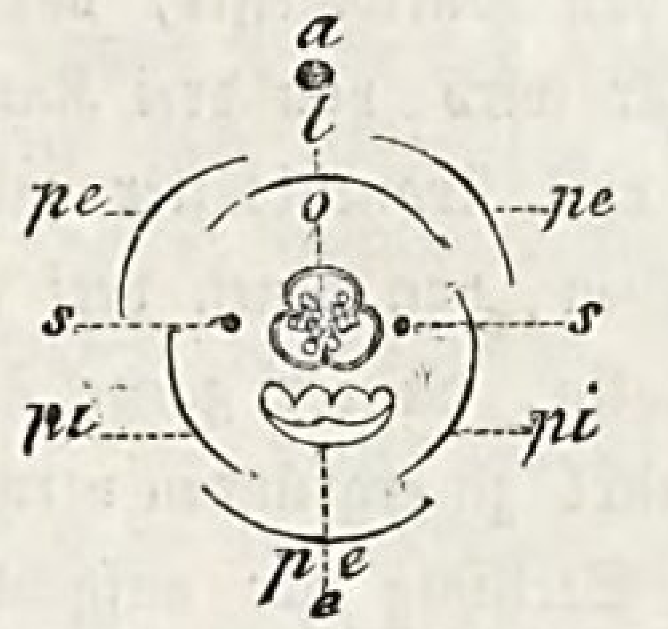


Fig. 323. Diagramm der Herbstdrehblume vor der Drehung. *

* *a* Axe des Blüthenstandes; *pe* Kelchblätter; *pi* kleine Kronenblätter; *l* das Lippchen; *e* die Anthere; *ss* Staminodien (verkümmerte Staubfäden); *o* Fruchtknoten.

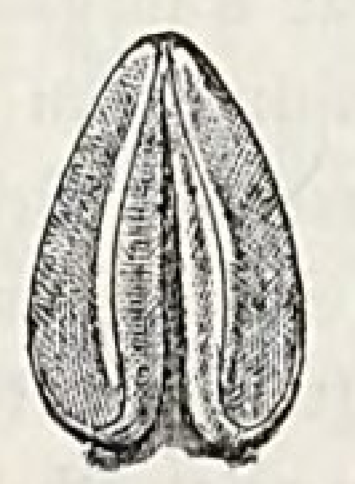


Fig. 324. Die Anthere der Herbstdrehblume von der inneren Seite, um ihre beiden Fächer zu zeigen.

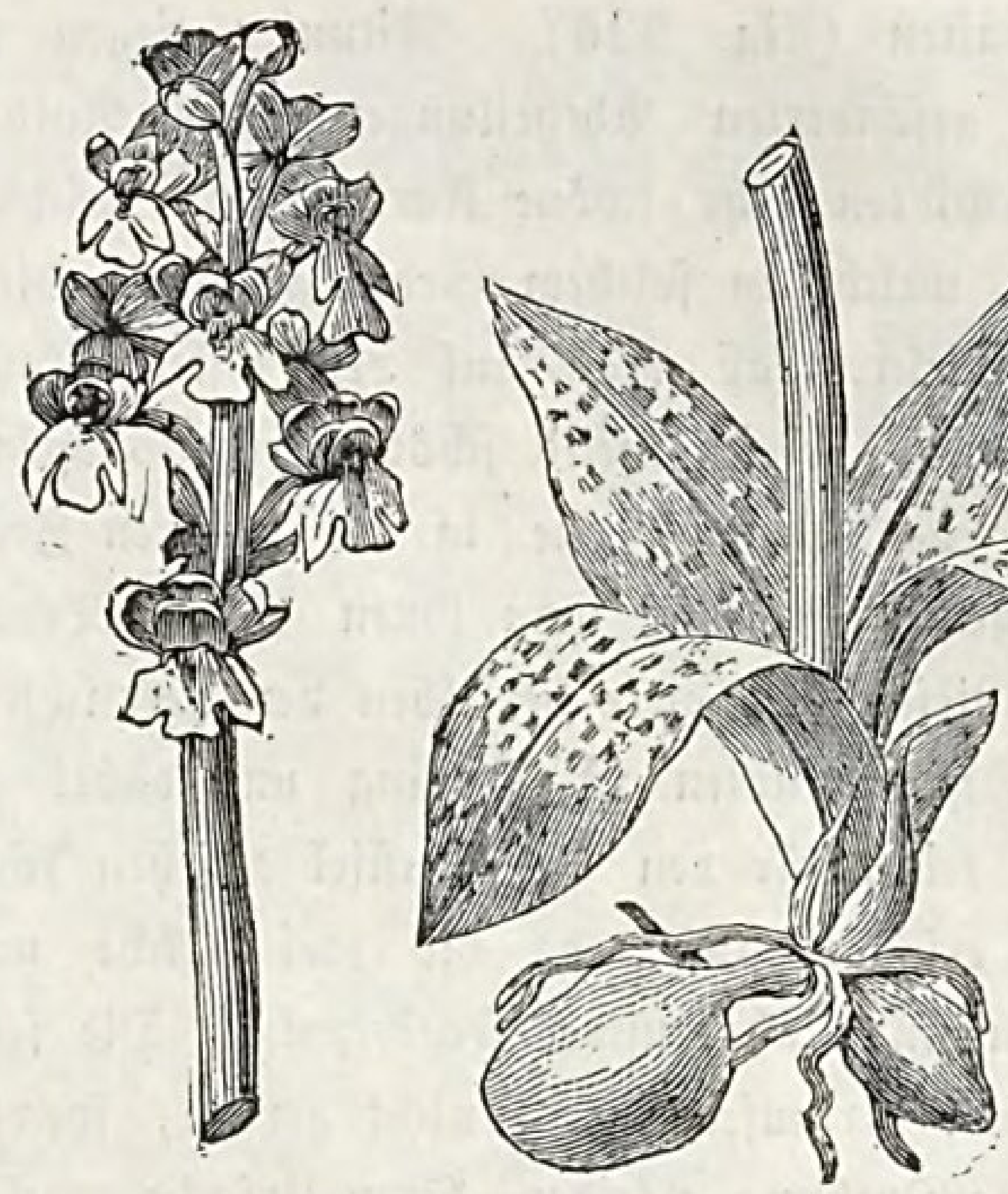


Fig. 322. Die Salepорchis (Orchis mascula).

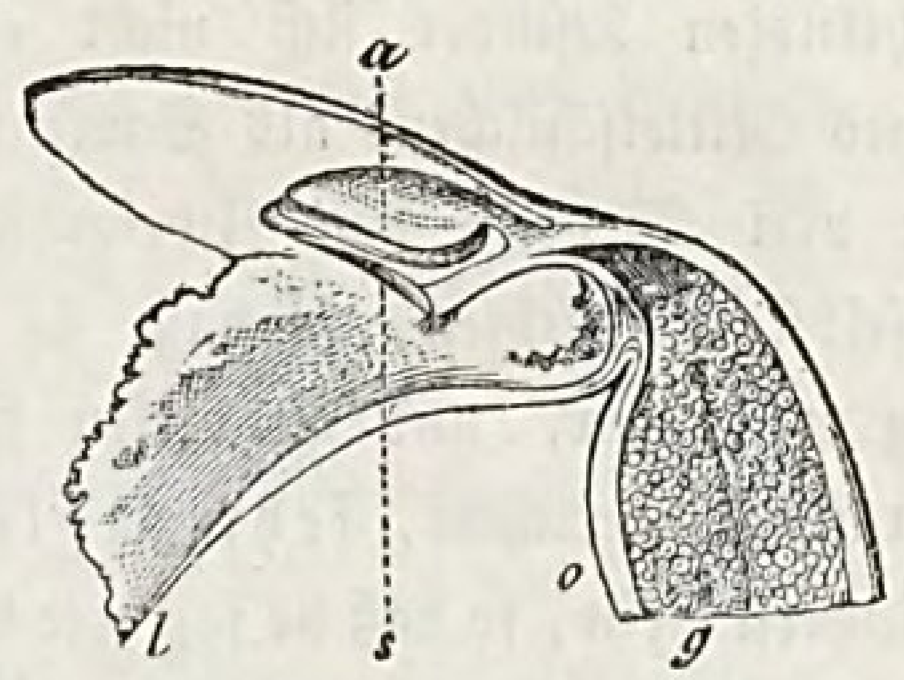


Fig. 325. Die Herbstdrehblume, senkrecht geschnitten. *

* *l* Lippchen; *s* Narbe des Gynostemium; *a* Anthere desselben; *o* Fruchtknoten; *g* Samenknöspchen in demselben.



Fig. 326. Die beiden Pollenklümpchen der gefleckten Orchis (Orchis maculata), aus den Antherenfächern herausgenommen, vergrößert; *c* die stielartigen Schleimfäden; daneben zwei der keilförmigen Pollenmassen, abgesondert.

schuh macht eine Ausnahme, indem bei diesem gerade das eine, dem Lippchen gegenständige, verkümmert oder vielmehr blumenblattähnlich ausgebildet ist, die beiden andern dagegen sich vollkommen entwickelt haben. Der vorhandene Staubfaden ist nach der ganzen Länge seines Filaments mit dem Griffel verwachsen, welcher daher als ein ziemlich dickes, freilich nur kurzes, Säulchen in der Mitte der Blüthe erscheint, und neben der, einer schiefen, honigtriefenden Fläche gleichenden, Narbe den großen zweifächerigen Staubbeutel (Fig. 324) trägt. Man nennt dieses ganze Organ das Gynostemium (Fig. 325). Der Pollen, welcher in den Staubbeutelfächern sich ausbildet, bleibt hier, eigenthümlicher Weise, auf einer unvollkommeneren Bildungsstufe stehen, als bei den meisten andern Pflanzen, indem die Zellen desselben, zunächst zu je vieren, wie sie in den Mutterzellen sich bildeten, zusammenhangend, durch eine zähe, klebrige Schleimmasse, wahrscheinlich das Produkt der Auflösung der Mutterzellen und der umgebenden Antherenzellen, zu einem wachsartig teigigen oder bröckligen Klümpchen zusammengeballt bleiben. Dieses Klümpchen, meistens von kolbenförmiger Gestalt, läßt sich äußerst elastisch auseinander ziehen; es hangt gewöhnlich auf einem elastisch schleimigen Faden und besteht zunächst wieder aus einer Anzahl keilförmiger Massen, welche an der Spitze dieses

Fadens haften (Fig. 326). Mitunter liegen mehrere bröcklige Pollenmassen in mehreren gesonderten Abtheilungen jedes Antherenfaches. — Die Blume hat bei vielen Orchideen sehr schöne Farben und Zeichnungen und oft die wunderlichsten Gestalten, welche in solchem Grade Fliegen, Bienen, Spinnen und andern Gliederthieren ähneln, daß man auf den ersten Anblick der Pflanze wirklich getäuscht werden kann. Dieser theils schönen, theils mehr seltsamen Blumen wegen sind die Orchideen der heißen Zone in der neueren Zeit so außerordentlich beliebte Zierpflanzen geworden, daß man ihnen eigene Treibhäuser einräumt. Aber auch auf unseren Wiesen sind viele derselben der herrlichste Schmuck des Frühlings.

Der Fruchtknoten ist so lang und dabei gering von Durchmesser, daß man denselben leicht für den Blüthenstiel ansehen könnte. Er wird von drei Karpellen gebildet, erscheint aber, da die drei Kelche und die drei Kronenblätter mit ihm verwachsen sind, abgerundet sechsrippig. Die sechs Rippen, von denen drei stärker vorspringen, verlaufen jedoch nicht gerade, sondern spiralig, da der ganze Fruchtknoten eine Drehung erleidet, deren Ursache man noch nicht zu ergründen vermochte. Eben diese Drehung aber ist die Ursache der verkehrten Stellung der aufgeblühten Blume. Im Fruchtknoten befindet sich nicht eine Verlängerung der Blüthenaxe, welche in Form eines Mittelsäulchens als Samenträger dient, sondern es entspringen in den Achseln der drei Karpelle drei Zweigorgane, welche mit den Wandungen des Fruchtknotens selbst verwachsen, so daß sie als einspringende Längsrippen der Fruchtknotenhöhlung erscheinen, und an diesen stehen scheinbar wandständig, gegen die Mitte des Hohlraumes gerichtet, sehr zahlreiche Samenknöspchen (Fig. 327). Die Samen sind äußerst klein, so daß sie fast wie Wurmmehl aussehen. Jedes Samenkörnchen (Fig. 328) hat eine äußere, lockere, zellige Hülle von Spindelform, und unter dieser eine dickere, kugelig eiförmige. Befreit man den mikroskopisch kleinen, von keinem Endosperm begleiteten Embryo von diesen Hüllen, so zeigt sich derselbe als ein Kügelchen von dichtem Zellgewebe, an welchem ein Grübchen den Punkt bezeichnet, aus welchem das Keimungsknöspchen bei der Keimung hervorbricht. Das rundliche Höckerchen neben dieser Grube ist der Cotyledon (Fig. 329). Uebrigens ist die Fortpflanzung durch den Samen bei den Orchideen, wie bei fast allen Gewächsen mit vermehrungsfähigem Axenorgane, nur ganz untergeordnet; die Samen reifen selten. — Die reifen Kapseln (Fig. 330) springen sechsklappig auf, jedoch



Fig. 327. Vergrößerter Querschnitt des Fruchtknotens der Herbstdrehblume.

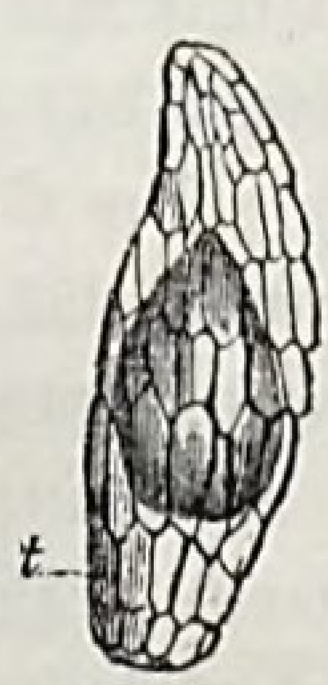


Fig. 328. Ein abgesondertes Samenkorn der Mannsorchis (Ophrys anthropophora) mit seinen Hüllen, stark vergrößert.



Fig. 329. Der Embryo der Mannsorchis, aus seinen Hüllen genommen, stark vergrößert.

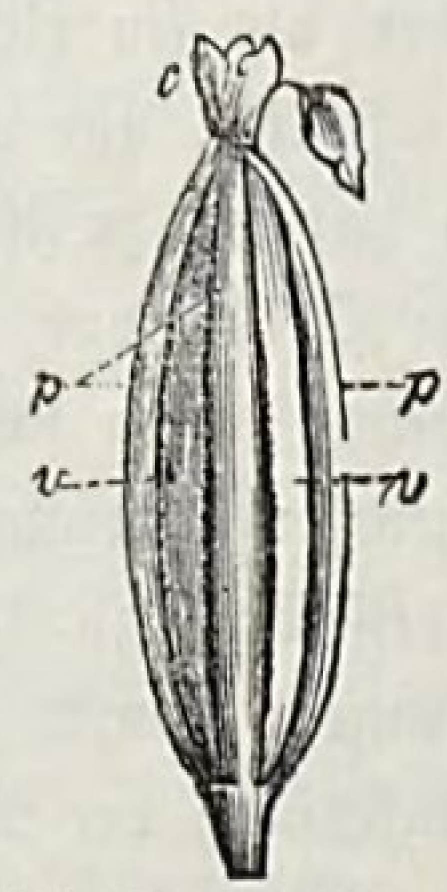


Fig. 330. Die Fruchtkapsel der gefleckten Orchis (O. maculata). *

* *c* Ueberreste des Perigons; *pp* die Klappen, an welchen innerlich die Samenträger befestigt sind; *vv* die drei aufspringenden, schmaleren Klappen.

so, daß die drei Klappen, mit deren innerer Wand die Samenträger verwachsen sind, an der Spitze zusammengeschlossen bleiben, während die drei andern schmaleren sich zurückschlagen.

Das Wachsthum der Orchideen hat viel Eigenthümliches. Aus dem Embryokügelchen sproßt ein Schaft hervor, welcher an seinem unteren Theile eine Anzahl großer Blätter besitzt, weiter oben aber den rispen- oder traubenförmigen Blüthenstand trägt, dessen Blüthenzweige in den Achseln schmaler Deckblättchen stehen. Am unteren Ende dieses Pflänzchens befinden sich mehrere kurze und dicke Adventivwurzeln. Eine von diesen bildet sich entweder zu einem Rhizome aus, welches jedoch immer gegen den Schaft sehr unbedeutend erscheint, oder sie schwillt zu einer kugeligen oder eiförmigen, mitunter sehr seltsam handförmigen, Knolle an. Eine solche Knolle, welche freilich nußgroß zu sein pflegt, ist gleichwohl häufig so sehr ein Nachbild des Embryo, daß beiderlei Organe als gleichartig angesehen werden dürfen. Aus dieser Knolle entwickelt sich im folgenden Jahre ein neuer Schaft mit Blättern und Blüthen, nachdem der erste im Herbste abgestorben ist; sogleich aber entsteht auch eine neue Knolle für das folgende Jahr. Man findet daher meistens zwei Knollen neben einander im Boden (Fig. 331), selten drei solche, da die alten immer verfaulen. Die Orchideen ohne Knollen scheinen auf den ersten Blick einen einfachen Wurzelbüschel zu haben, aber neben dem Ursprunge des ersten Schaftes entspringt aus jenem ein folgender; das Rhizom ist nur sehr gering. In den Knollen ist Stärkemehl und ein eigenthümlicher Schleim, das sogenannte Bassorin, angesammelt. Getrocknet geben sie den bekannten Salep.

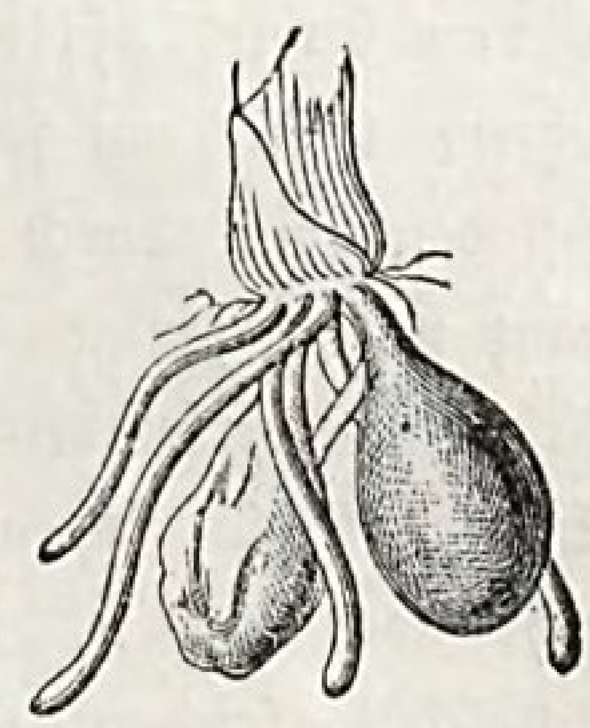


Fig. 331. Das Knollenrhizom einer Orchis.

Während die Orchideen unserer Gegenden größtentheils einen kalkigen Thonboden lieben und ohne Kalkerde nicht gedeihen, gibt es in wärmeren Ländern, besonders in der heißen Zone, viele Pflanzen dieser Ordnung, welche auf Bäumen vegetiren und dabei nicht etwa als Schmarotzer von deren Säften sich nähren, sondern sich nur mit einem Theile ihrer dicken, wurmförmigen Wurzeln in den Spalten der Borke festklammern, wo sie durch den zugeflogenen oder vom Regen aus der Luft niedergeschlagenen und angesammelten Staub die nöthigen erdigen Substanzen vorfinden, während sie übrigens ihre Nahrung einzig aus der Luft durch die atmosphärische Feuchtigkeit auffaugen. Man nennt ihre großentheils ganz frei in der Luft hangenden Wurzeln daher „Luftwurzeln". Einige solcher Orchideen erhalten sich wirklich fast ganz allein durch die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft, so daß selbst abgeschnittene Zweige derselben sich im Zimmer lange frisch erhalten, ja die Japanische Baumorchis (Dendrobium moniliforme) grünt, über den Hausthüren aufgehängt, jahrelang fort und treibt im ersten Jahre sogar unter solchen Verhältnissen noch Blüthen. Die Vanillenpflanze (Epidendron vanilla) Südamerika's, deren lange Früchte, mit dem balsamischsten Oele durchdrungen, die als Gewürz so bekannte „Vanille" liefern, gehört zu den auf Bäumen lebenden Orchideen, doch hat dieselbe einen ganz andern Wuchs, als unsere einheimischen Orchideen, indem ihr Stamm ein langgestreckter kletternder Stengel ist. Die Frucht ist innen ganz gefüllt mit den schwarzen Samen und mit

einem Zellenbrei, welcher durch eine wuchernde Zellenbildung des den Fruchtknoten auskleidenden leitenden Gewebes entsteht.

Mehrere Orchideen sind dagegen ächte Schmarotzergewächse, d. h. sie nähren sich von den Säften anderer Pflanzen, auf deren Wurzeln sie wachsen. So findet man in unseren feuchten modergrundigen Wäldern die Vogelnestwurz (Neottia nidus avis), welche im Boden mit ihrem knolligen Rhizome auf Baumwurzeln so angewachsen ist, daß sie mit denselben innigst zusammenhangt, wobei dann freilich eine ganze Zahl von büschelig zerästelten Wurzeln nach allen Seiten in dem Moder sich verflechten und eine vogelnestähnliche Masse darstellen. Die blattlose Aufbartorchis (Epipogium aphyllum) steht auf faulen Baumstämmen in schattigen Gebirgswäldern, mit einem haselnußgroßen Rhizomknollen aufgewachsen, aus welchem sich kriechende Faserwurzeln in das faulende Holz einsaugen. Die kriechende Gudyere (Goodyera repens) nährt sich mit den Wurzeln ihres kriechenden Rhizoms gar von dem Modersafte faulender Tannennadeln und Moospflanzen. Alle diese Pflanzen nehmen wirklich nicht Kohlensäure und Ammoniak, sondern bereits assimilirte Pflanzensäfte zu ihrer Ernährung in sich auf, wozu letztere ihnen um so dienlicher zu sein scheinen, wenn dieselben sich im Begriffe befinden, sich durch Fäulniß zu zersetzen. Mit dieser Ernährungsweise, welche so ganz mit derjenigen der Pilze (Seite 590) übereinstimmt, ist auch eine entsprechende Athmung verbunden, denn alle diese Schmarotzer nehmen aus der Atmosphäre Sauerstoff in sich auf und hauchen Kohlensäure aus. Ja, die Uebereinstimmung geht noch weiter, indem sich auch bei diesen Pflanzen niemals die grüne Farbe entwickelt, sondern eine gelbe, bräunliche oder röthliche Farbe alle Theile derselben fast so erscheinen läßt, als ob sie sich selber in Fäulniß befänden. Mehrere derselben besitzen auch nur schuppenartige Phyllodien anstatt der Blätter.

Mit der Lebenszähigkeit der Orchideen steht es im Zusammenhange, daß bei unserem Sumpfweichkraute, unter dem Zusammentreffen uns noch unbekannter Begünstigungen, die Zellen des Blattparenchyms eine selbstständige Entwicklungsfähigkeit erlangen, so daß aus ihnen, ganz ähnlich wie aus der Keimzelle im Innern eines Samenknöspchens, ein neues Pflänzchen sich entwickelt. Bei dem straußblüthigen Milchsternkraute (Fig. 224) sahen wir Bulbillen aus der Fläche des Blattes selbst hervortreten. Hier entspringen sie am Rande, mitunter in dicht gedrängter Reihe (Fig. 332). Dieselbe Erscheinung, welche ganz ähnlich auch bei der Hyacinthe und der Meersquilla beobachtet sein soll, wiederholt sich bei mehreren andern Pflanzen, z. B. bei den ins Wasser niederhangenden Blattspitzen einiger Aroideen und besonders auch bei einigen Dicotyledoneen, bei welchen wir dieselbe kennen lernen werden.

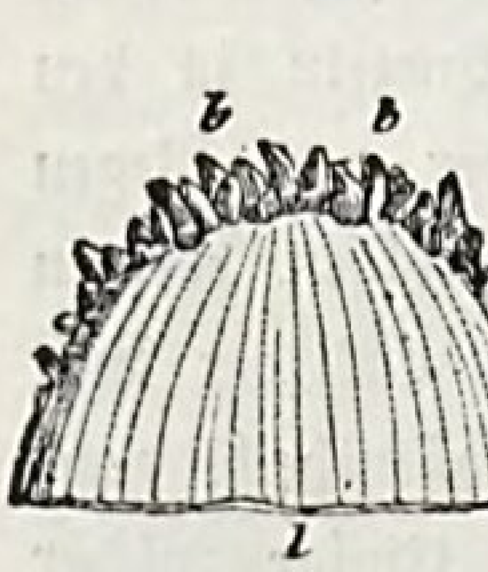


Fig. 332.
Das Ende eines Blattes des Sumpfweichkrautes (**Malaxis paludosa**). *

* l Blattspreite; bb Bulbillen.

Die Orchideen geben ein Beispiel der außerordentlichen Raschheit, mit welcher sich die Zahl der bekannten Pflanzen in neuerer Zeit vermehrt hat. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts kannte man kaum mehr als ein Dutzend außereuropäischer Arten, seit aber in neuerer Zeit diese Pflanzen zu einer Modesache der Liebhaber geworden und aus allen Ländern sorgfältig aufgesucht worden sind, hat sich die Zahl der fremdländischen Orchideen rasch auf etwa 2000 vermehrt. Es ist zu

vermuthen, daß die Zahl der Arten von Pflanzen im Allgemeinen sich als eine noch kaum zu ahnende herausstellen wird, wenn man mit gleichem Eifer einst alle verschiedenen Abtheilungen des Gewächsreiches erforscht haben wird.

II. Klasse. Die zweisamenlappigen Pflanzen oder Dicotyledoneen.

Die allgemeinen Merkmale, welche die Pflanzen aus der Klasse der Dicotyledoneen auszeichnen, sind, im Gegensatze zu den Acotyledoneen und zu den Gymnospermen sowohl, als zu den Monocotyledoneen, schon theilweise (Seite 752 ff.) hervorgehoben worden. Es sind jedoch die „netzaderigen" Blätter und die stets in der Zweizahl vorhandenen Blattanlagen (Cotyledonen) des Samenembryo nur Einzelnheiten, welche als leicht aufzufassende Wahrzeichen aus der Organisation dieser Gewächse hervorgehoben werden, um dieselben zu bezeichnen, während übrigens mit diesen Besonderheiten außerdem sehr viele andere Eigenthümlichkeiten verbunden sind, deren kurze Angabe unmöglich ist, so sehr dieselben auch den dicotyledonischen Pflanzen ein in allen Stücken von den übrigen Pflanzen abweichendes Gepräge verleihen. In der Anordnung der Elementarorgane ist ihre Verwandtschaft zu den Gymnospermen, besonders zu den Coniferen, wie wir sehen werden, weit inniger, als ihre Aehnlichkeit mit den Monocotyledoneen, und dieser Umstand, welcher früher die, noch jetzt in vielen Büchern übliche, Vereinigung der Gymnospermen mit den Dicotyledoneen veranlaßte, wird uns die gegenseitige Stellung aller dieser Klassen klar erkennen lassen, wenn wir nach genauerer Betrachtung der Dicotyledoneen einen allgemeinen Rückblick auf dieselben werfen.

Uebersicht der Dicotyledoneen.

1. Ordnung: Ahorne. Acereæ.	14. Ordnung: Saftpflanzen. Succulentæ.
2. Ordnung: Troddelträger. Julifloræ.	15. Ordnung: Vielfrüchtler. Polycarpicæ.
3. Ordnung: Spinatgewächse. Oleraceæ.	16. Ordnung: Mohne. Rhœadeæ.
4. Ordnung: Seideln. Thymelææ.	17. Ordnung: Violen. Cistifloræ.
5. Ordnung: Schlangenwurze. Serpentariæ.	18. Ordnung: Kürbisfrüchtler. Peponiferæ.
6. Ordnung: Kardenträger. Aggregosæ.	19. Ordnung: Nelkenblüthler. Caryophyllinæ.
7. Ordnung: Glockenblüthler. Campanulinæ.	20. Ordnung: Malvenblüthler. Malvifloræ.
8. Ordnung: Krappe. Rubiacinæ.	21. Ordnung: Myrthenblüthler. Myrtifloræ.
9. Ordnung: Drehblüthler. Contortæ.	22. Ordnung: Storchschnäbler. Gruinalis.
10. Ordnung: Lippenblüthler. Labiatifloræ.	23. Ordnung: Schneller. Tricoccæ.
11. Ordnung: Primelblüthler. Petalanthæ.	24. Ordnung: Duftpflanzen. Therebinthinæ.
12. Ordnung: Heiden Ericinæ.	25. Ordnung: Rosenblüthler. Rosifloræ.
13. Ordnung: Schildblüthler. Discanthæ.	26. Ordnung: Hülsenfrüchtler. Leguminosæ.

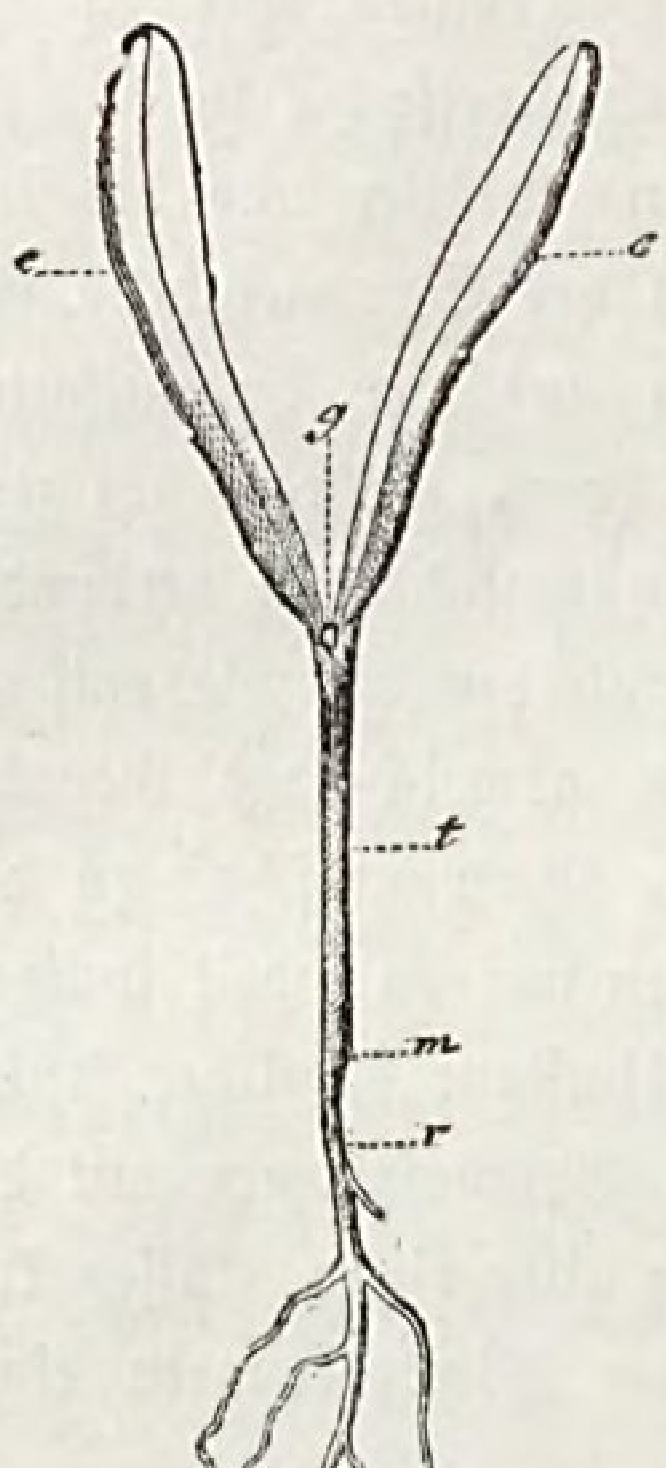
Erste Ordnung.

Die Ahorne. Acereæ.

Zur Ordnung der Ahorngewächse gehören nicht allein die Maßholder, Platanenahorne und die übrigen Gattungen des Ahorgeschlechtes (Acer),

welche die Familie der eigentlichen Ahorne (Acerinae) bilden, sondern auch die Roßkastanien und viele andere in den tropischen Gegenden einheimische Pflanzen. Die Ahorne geben uns ein passendes Beispiel zur Betrachtung der wichtigsten Eigenthümlichkeiten, durch welche die Dicotyledoneen sich vor den übrigen Pflanzenklassen auszeichnen. Der Keimling einer Ahornart (Fig. 333 und 334) diente uns schon früher zur Bezeichnung des Unterschiedes zwischen Monocotyledoneen und Dicotyledoneen. In demselben war ursprünglich der kleine Stamm, wie die Cotyledonen und das Keimungsknöspchen, ganz aus Parenchymgewebe gebildet. Während der Keimung, sobald die Cotyledonen die Samenschale abgeworfen haben und, der Luft ausgesetzt, eine grüne Färbung anzunehmen beginnen, und sobald am Keimungsknöspchen die ersten ächten Blätter hervorzusprossen anfangen, verlieren bereits einige Zellen des Stämmchens die Fähigkeit, sich zu vermehren, und werden folglich durch die hauptsächlich in der Längenrichtung sehr lebhaft vor sich gehende Vermehrung des umgebenden und innig mit ihnen zusammenhangenden Zellgewebes mehr und mehr in die Länge gedehnt und zu Fasern umgestaltet. Solcher Fasern zeigen sich bald mehrere bestimmte Gruppen, welche bündelartig durch die Länge des Stämmchens verlaufen, gleichweit von der Mitte und vom Umfange desselben getrennt durch Parenchymgewebe. Da die Faserbündel in einem Kreise angeordnet sind, so unterscheidet man bald das centrale Mark von der peripherischen Rinde, und zwischen den einzelnen Bündeln die ebenfalls parenchymatischen Markstrahlen (Fig. 335). Dabei ist das ganze Stengelchen noch sehr dünn; doch nimmt es fortwährend allmählig zu, indem die Zellen der sämmtlichen parenchymatischen Partieen sich lebhaft vermehren.

Fig. 333.



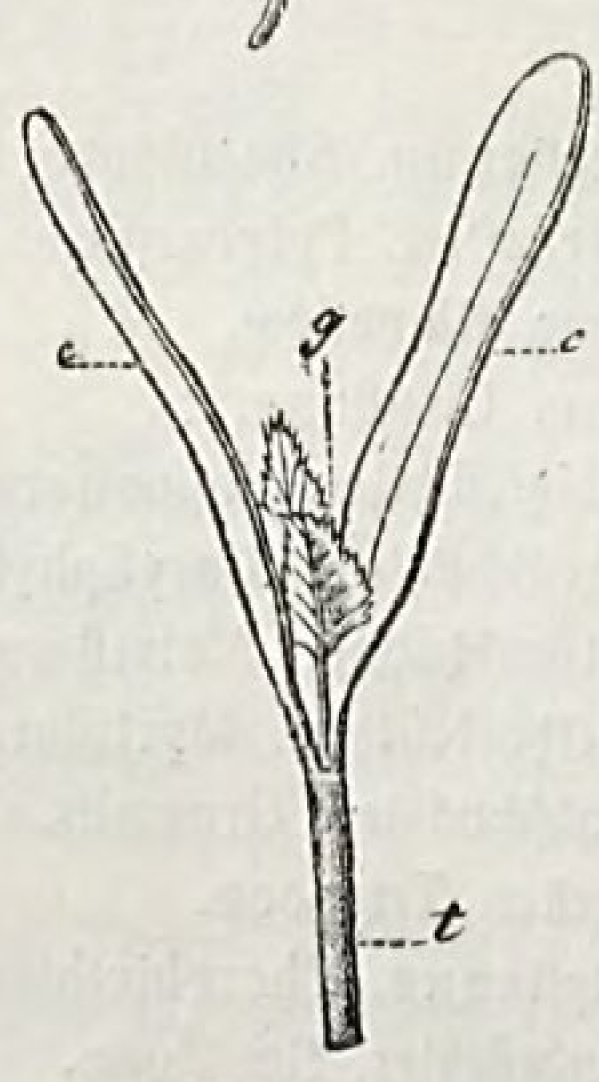
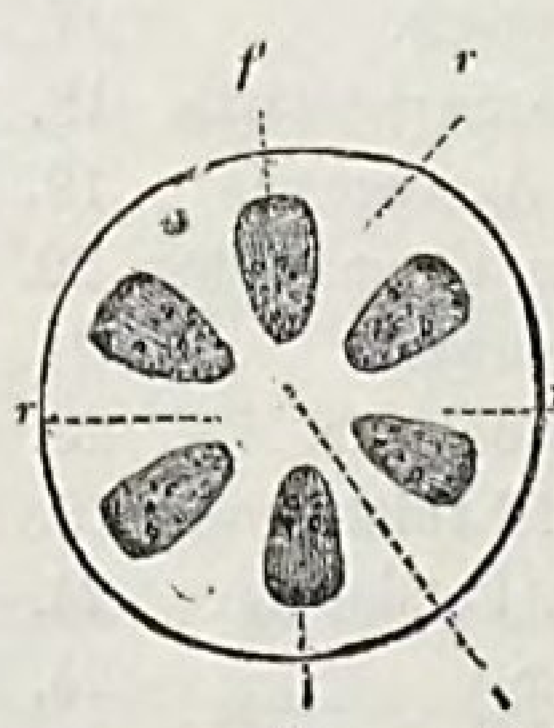


Fig. 334.

Fig. 333. Der dicotyledonische Embryo von einer Ahornart (Acer negundo). *

* cc Cotyledonen; t Stengel oder Stämmchen; m Grenze zwischen Stengel und Wurzel; r Wurzel; g Keimungsknöspchen.

Fig. 334. Der obere Theil desselben Embryo, mehr entwickelt. Aus dem Keimungsknöspchen ist schon das erste Blätterpaar entwickelt.



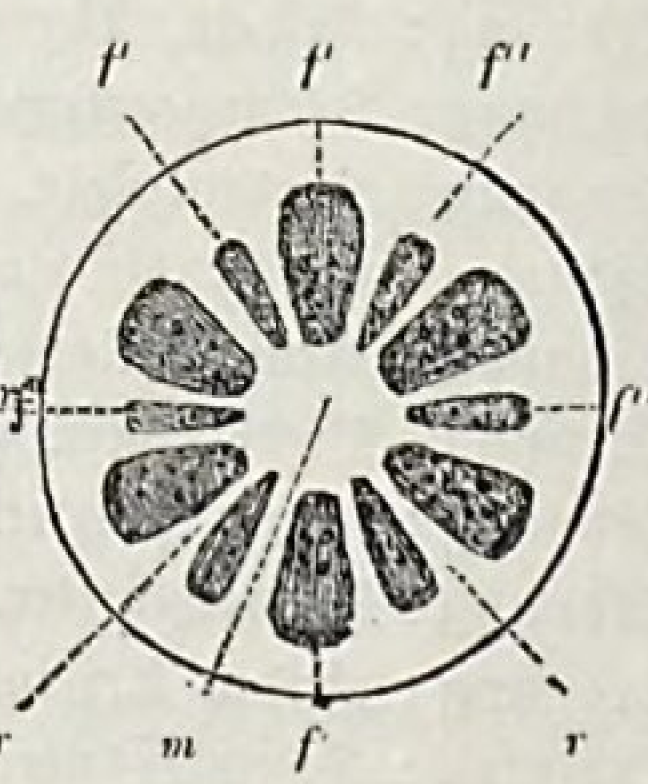


Fig. 335. Fig. 336.

Fig. 335. Vergrößerter Durchschnitt des Stämmchens einer so eben gekeimten dicotyledonischen Pflanze. *

* m Mark (mittleres Parenchym); r Markstrahlen und Rindenparenchym; f' erste Faserbündel.

Fig. 336. Vergrößerter Durchschnitt des Stämmchens in einem etwas späteren Zustande. *

* m, r, f' haben die nämliche Bedeutung; f'' zweite Faserbündel, welche in der Mitte der Markstrahlen sich entwickeln.

Sehr bald verlieren neue Gruppen von Zellen in der Mitte der Markstrahlen die Vermehrungsfähigkeit und werden somit ebenfalls zu Faserbündeln. Jeder Markstrahl wird durch ein solches Bündel getheilt (Fig. 336). Bei fortwährender Zunahme des Stengelchens in die Länge und in die Dicke wiederholt sich der nämliche Vorgang vielfach, während zugleich an der fortsprossenden Spitze des Keimungsknöspchens Blätter sich entwickeln. Die Blätter entspringen scheinbar fast auf gleicher Höhe in Kreisen um den Gipfel; allein durch die Verlängerung der Stengelaxe werden sie bald mehr und mehr auseinander gerückt, so daß sie auf Spirallinien stehen. In jedem Blatte bilden sich Faserbündel, welche mit denjenigen, welche sich im Stengel entwickeln, in unmittelbarer Verbindung stehen und als die Fortsetzung derselben erscheinen, so daß man die Faserbündel des Stengels aufwärts bis in die Blätter, die Faserbündel der Blätter abwärts bis in den Stengel verfolgen kann. Letzterer erhält durch fortwährende Vermehrung der Faserbündel schon im Verlaufe der ersten Wachsthumsperiode, welche bis gegen den Herbst andauert, einen geschlossenen Holzkörper, welcher innerlich das Mark umschließt, äußerlich von der Rinde umschlossen wird, und von sehr zahlreichen, freilich durch die Entstehung der Faserbündel bis auf das Aeußerste geschmälerten Markstrahlen durchwoben ist. In den Markstrahlen erhält sich also noch immer eine parenchymatische Verbindung zwischen dem Mark- und Rindenparenchyme. Da die Faserbündel nicht die ganze Länge des Stammes durchlaufen, sondern einestheils unter dem Ursprunge jedes Blattes ein Bündel austritt, um in der Richtung des Blattstieles sich nach Außen zu verlängern, anderntheils aber die Fasern verschiedener Bündel in ihrem Verlaufe sich vereinigen, so bildet das Ganze der Faserbündel eine Art Netz mit sehr langen schmalen Maschen, welche von den einzelnen parenchymatischen Partieen, den Markstrahlen, ausgefüllt sind (Fig. 337).

Die Faserzellen der einzelnen Bündel treten in der Richtung der vorherrschenden Mittheilung der Säfte, somit in der Richtung des geradesten Weges von der aufsaugenden Wurzel zu den verdunstenden Blättern, großentheils in Verbindung, indem ihre Wandungen an den entsprechenden Berührungspunkten sich auflösen. So entstehen **Gefäße**, deren zahlreiche jedes Faserbündel durchziehen. Dieselben zeigen sich zuerst am innersten Theile des Faserbündels, später auch innerhalb des übrigen Theiles zwischen den Faserzellen, und da diese Gefäße zuerst punktirt oder getüpfelt, später mit netzartig, noch später mit spiralförmig verlaufenden Verdickungsschichten versehen erscheinen, so ist es begreiflich, daß die zuerst gebildeten die letztere Stufe auch zuerst erreichen. Ja, meistens werden sie allein **Spiralgefäße**, während die übrigen **Netzgefäße** oder **Tüpfelgefäße** bleiben. Erstere umgeben das Mark zunächst als eine Markscheide,

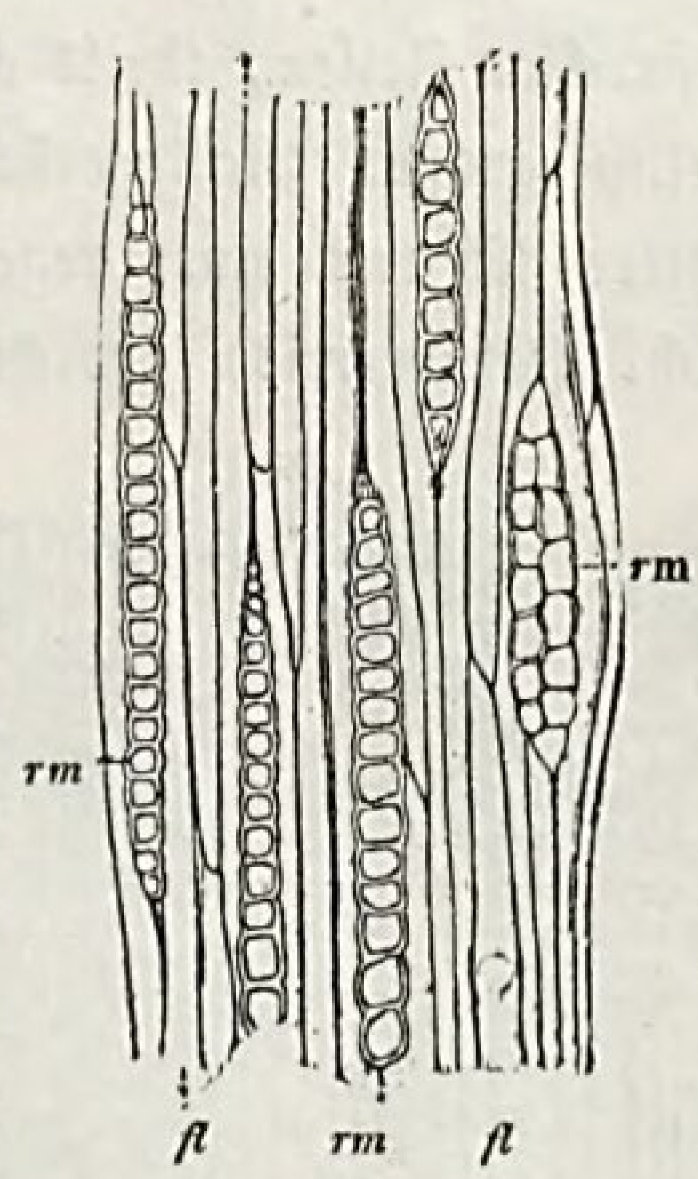


Fig. 337.
Vergrößerte Darstellung eines vertikalen Anschnittes eines einjährigen Stämmchens vom Maßholder oder Felbahorn (Acer campestre). *

* fl Faserzellen; rm Markstrahlen.



Fig. 337, a. Ein entrollbares Spiralgefäß, bei welchem zugleich die Entstehung aus Faserzellen bemerkbar ist.

wie bei den Coniferen (Seite 712), und die spiraligen Verdickungsschichten derselben lassen sich beim Zerreißen der Zellenwandung herausziehen und gleichsam entrollen (Fig. 337, a). Bricht man einen jungen Stengel oder Zweig des Maßholderahorns durch, so sieht man häufig das untere Stück an dem oberen vermittelst so feiner Fäden hangen, daß man sie kaum sehen kann; schneidet man diese Fäden vorsichtig ab, so verkürzen sie sich alsobald, und unter dem Mikroskope bemerkt man, daß sie sich wieder spiralig aufgerollt haben. Ein Hollunderzweig, ein Rosenblatt zeigen die nämliche Erscheinung. Die Netz- und Tüpfelgefäße durchziehen die Faserbündel, welche durch gleichmäßig innerlich abgelagerte Verdickungsschichten der Zellenwandungen verholzen, wobei sie jedoch größtentheils auch feine Tüpfelungen zeigen. Es unterscheidet sich, da die Bildung des Holzes bei allen Dicotyledoneen mit der des Ahornes in den erwähnten Punkten gänzlich übereinstimmt, das Holz der Dicotyledoneen von dem der Coniferen sehr wesentlich durch die hier in den Holzbündeln zerstreut vorkommenden Gefäße, welche bei jenen völlig fehlen (Fig. 338). In der Rinde entwickeln sich mit den Holzbündeln gleichzeitig, und in ihrem Verlaufe denselben sehr ähnlich, ebenfalls Bündel von Faserzellen, welche bei sehr geringem Durchmesser eine außerordentliche Länge und Festigkeit erreichen; dieses sind die Bastzellen (Fig. 338, a). Von denselben entwickeln sich diejenigen zuerst, welche dem Umfange am nächsten sind, und diese treten sogar auch zur Bildung von Gefäßen mit einander in Verbindung. Die aus dieser Verbindung hervorgehenden und den Bastbündeln somit äußerlich sich anschließenden Gefäße der Rinde sind sogenannte eigentliche oder Milchsaftgefäße. Dieselben sind beim Maßholder, wie bei vielen andern Dicotyledoneen, wirklich mit weißlichem, milchigem Safte gefüllt. Eine geringe grünfarbige Parenchymlage bleibt zwischen dem Baste und den Holzbündeln zurück; dieses ist das Cambium oder die Bildungsschicht. Die äußere beträchtlichere Parenchymmasse der Rinde besteht theils aus einer Schicht kleiner, etwas langgestreckter Zellen, theils aus einer dickeren Schicht ziemlich großer plattgedrückter, fast tafelartiger. Letztere ist mit einer regelmäßigen Oberhautzellenschicht (Epidermis) bedeckt; viele Zellen

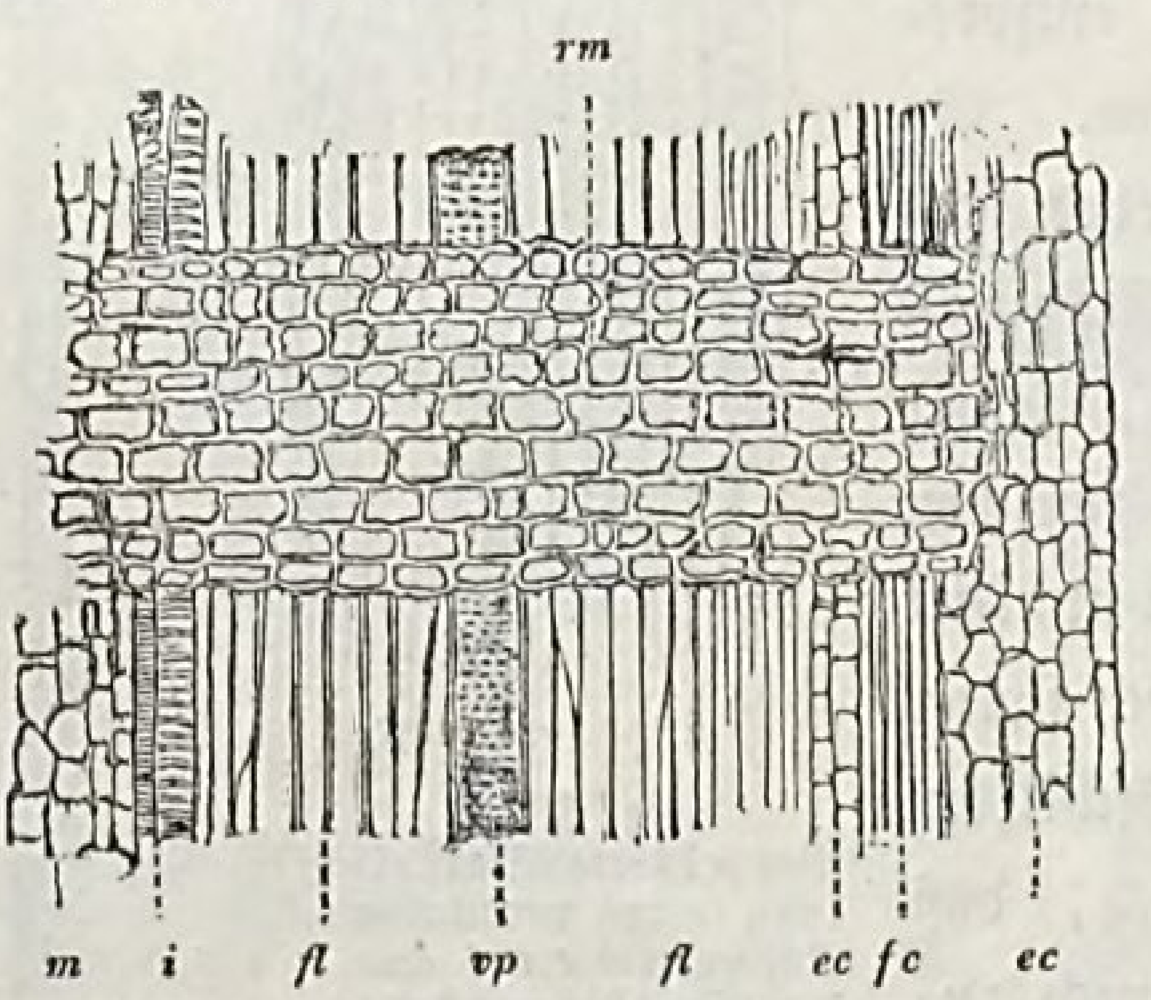


Fig. 338. Vergrößerte Darstellung eines vertikalen Durchschnittes eines einjährigen Stämmchens vom Maßholder. *

* *m* Markparenchym; *ec* Rindenparenchym; *rm* ein Markstrahl, welcher sich vom Marke zur Rinde erstreckt; *i* Spiralgefäße der Markscheide; *fl* Holzfaserzellen; *vp* Tüpfelgefäß; *fc* Bastfasern der Rinde.

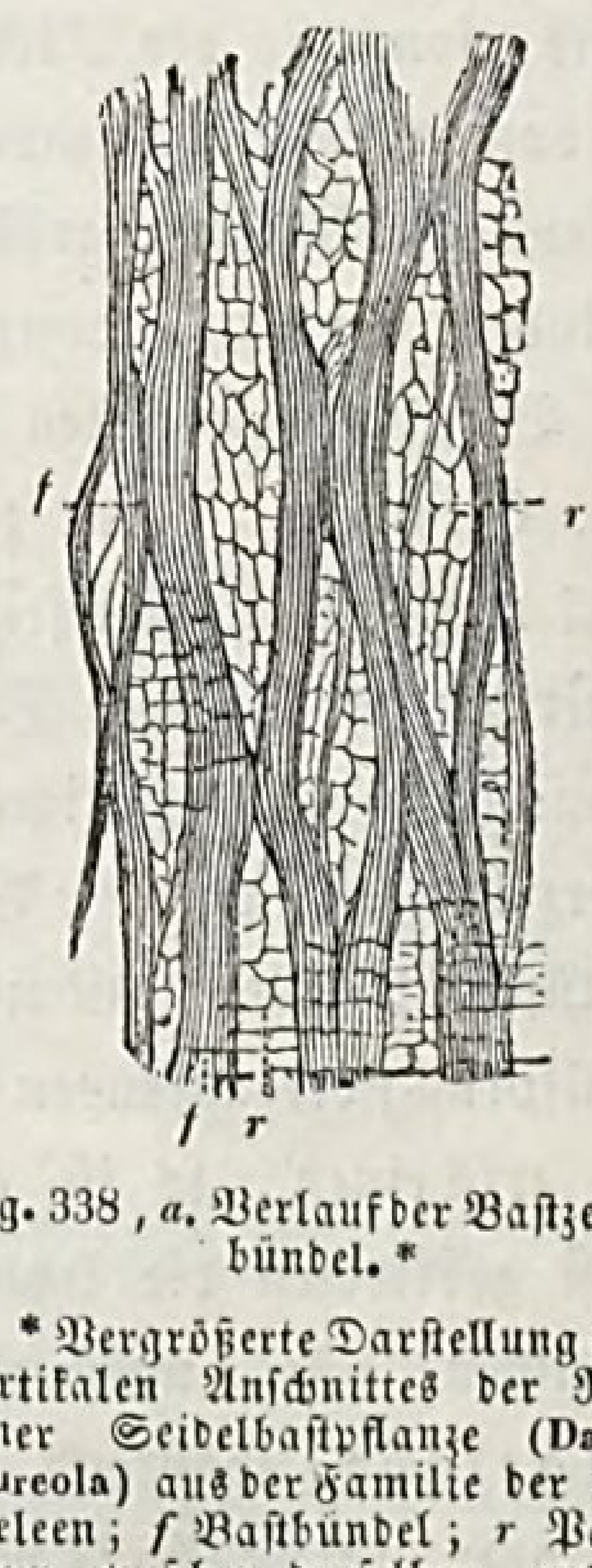


Fig. 338, *a*. Verlauf der Bastzellenbündel. *

* Vergrößerte Darstellung eines vertikalen Anschnittes der Rinde einer Seidelbastpflanze (**Daphne laureola**) aus der Familie der Thymeleen; *f* Bastbündel; *r* Parenchym zwischen denselben, entsprechend den Markstrahlen, deren Fortsetzung es bildet.

ragen verlängert als Härchen hervor, so daß die Oberhaut der Rinde mit einem zarten weißlichen Flaume bekleidet erscheint.

Die Oberhautzellen sind ursprünglich farblos, diejenigen des Rindenparenchyms dagegen mit Chlorophyllkörperchen reichlich erfüllt und daher gesättigt grünfarbig. Aber sobald die Faserzellen im Innern verholzen, tritt auch schon eine Verfärbung der äußersten Zellenschichten der Rinde ein. Die in diesen Zellen enthaltenen Substanzen beginnen, sobald die Vermehrungsfähigkeit dieser Zellen erloschen ist, in Fäulniß überzugehen und nehmen daher die Moderfarbe an. Da dieser Prozeß von Außen beginnt, so unterscheidet man auf einem Querschnitte bald eine bräunlichrothe äußere Rindenmasse und eine grüne innere; beide sind indessen organisch nicht von einander verschieden und nicht bestimmt abgegrenzt. Die Milchsaftgefäße verrathen sich leicht durch den Milchsaft, welcher aus ihnen hervortritt; die Bastbündel sind durch eine besonders helle weißgelbe Farbe zwischen der grünen Rinde und dem ebenfalls grünen Cambium sehr wohl zu unterscheiden. Das Holz zeigt sich als ein Gürtel von gelblichweißer Färbung; die luftführenden Gefäße innerhalb desselben erscheinen auf dem Schnitt als deutliche Poren, wenn man ein Vergrößerungsglas zu Hülfe nimmt. Die lockeren Parenchymzellen des Markes werden von der aus Spiralgefäßen gebildeten sogenannten Markscheide bis zur Mitte immer größer und lockerer (Fig. 339 und 340). Die ursprünglich grüne Farbe des Markes verschwindet allmählig, besonders im innersten Theile. Am Schlusse der Wachsthumsperiode ist sie ganz verschwunden; das Mark erscheint dann weißlich; später wird es gelb und bräunlich, indem die Fäulniß in demselben beginnt. Uebrigens sind die Zellen des Markes größtentheils auch mit Verdickungsschichten versehen und zeigen getüpfelte Wandungen. Da während der Ausbildung aller der verschiedenen Elementarorgane, aus welchen wir das Stämmchen der Pflanze am Schlusse der ersten Wachsthumsperiode bestehen sehen, der Gipfel des Stämmchens unter fortwährender Erzeugung von Blättern sich verlängert, und die neugebildeten Theile alle die Stufen der Entwicklung durchlaufen müssen, welche von den älteren Theilen schon durchlaufen worden sind, so findet man auf Durchschnitten, welche man in verschiedener Höhe an einem und demselben Stämmchen während der Wachsthums-

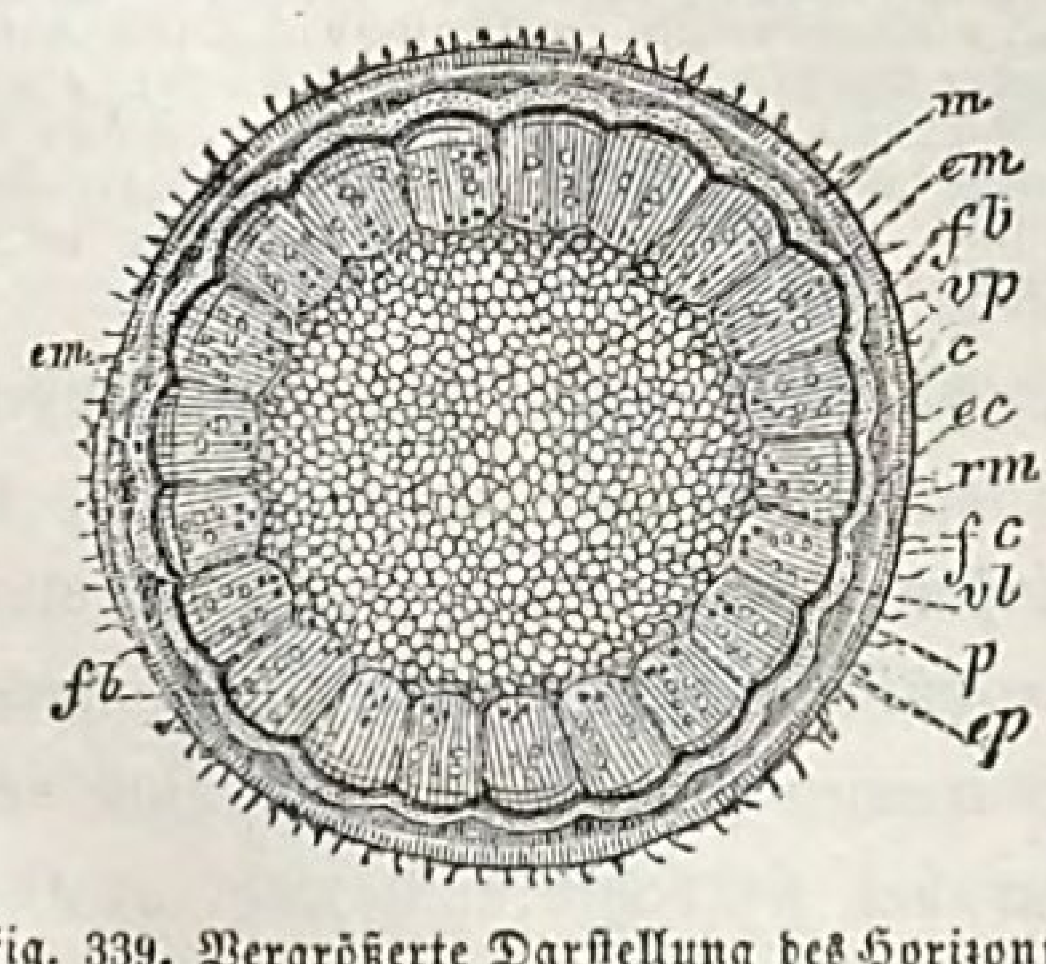


Fig. 339. Vergrößerte Darstellung des Horizontalschnittes eines einjährigen Stengels des Maßholderahorns (Acer campestre), von ungefähr 1/2 Linie Durchmesser. *

* *m* Markparenchym; *em* Spiralgefäße der sogenannten Markscheide; *fb* Holzbündel; *vp* Tüpfelgefäße der Holzbündel; *c* Cambium; *rm* Markstrahlen; *fc* Bastbündel; *vl* Milchsaftgefäße; *ec* grüne Rinde; *p* braune Rinde; *ep* Epidermis, mit Haaren besetzt.

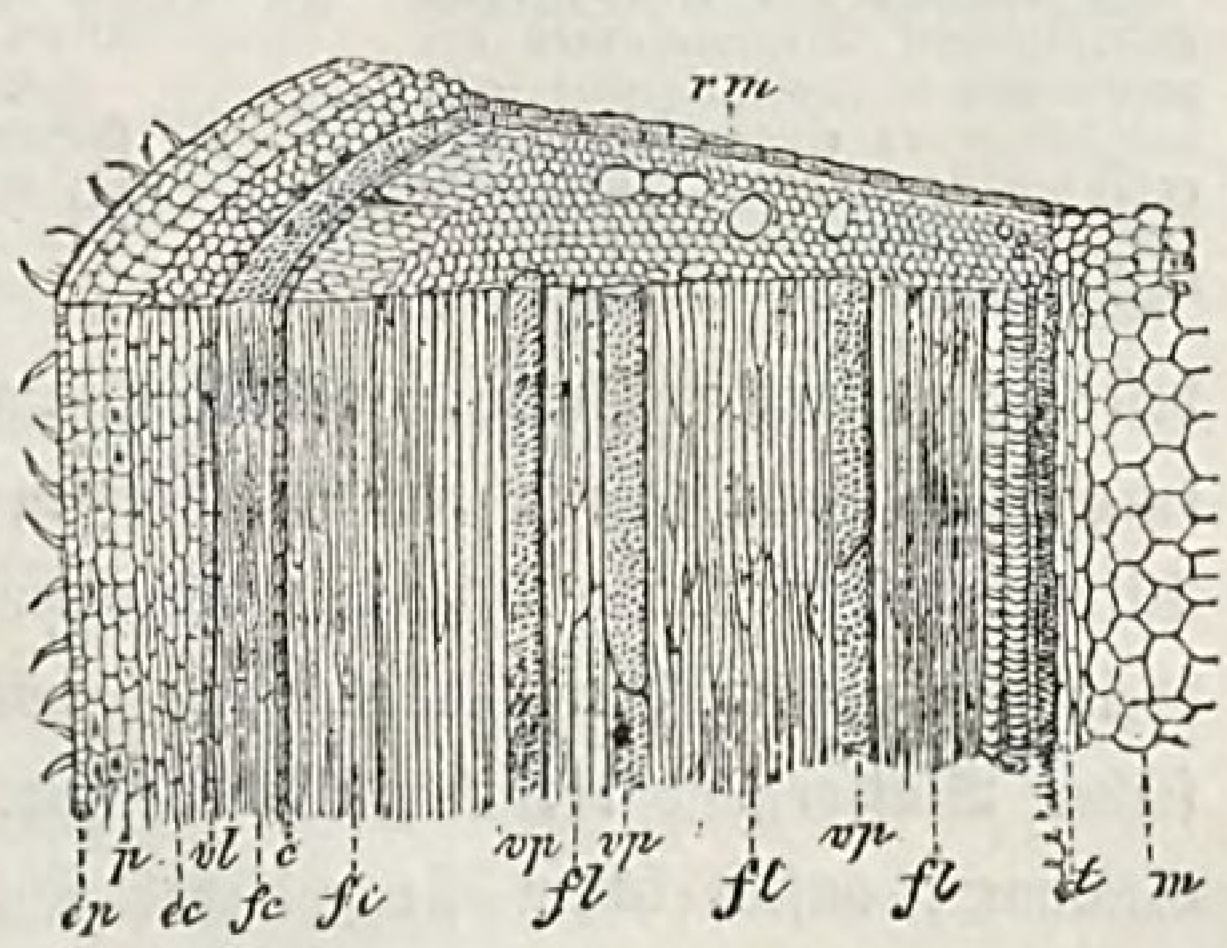


Fig. 340. Noch mehr vergrößerte Darstellung eines mit Horizontalschnitt endigenden Spaltungsstückes des nämlichen Stengels, von der Rinde bis zum Marke. *

* *rm* Markstrahl; *m* Mark; *t* Spiralgefäße der Markscheide; *fl* Holzfasern; *vp* Tüpfelgefäße im Holze; *c* Cambium; *fc* Bastbündel; *vl* Milchsaftgefäße; *ec* grüne Rinde; *p* braune Rinde; *ep* Epidermis mit Haaren.

periode macht, alle die verschiedenen Entwicklungszustände; der unterste Schnitt zeigt uns alle Elementarorgane vollendet, während der äußerste Gipfel aus nichts Anderem, als aus Parenchym besteht. Am Schlusse der Wachsthumsperiode ist dieser Gipfel in der Knospe eingeschlossen, welche bestimmt ist, das fortbildungsfähige Zellgewebe dieses Punktes den Winter hindurch gegen die Einflüsse der Witterung zu schützen. Allemal über dem Punkte, wo ein Blatt entspringt und wo ein Holzbündel der Stengelaxe sich in dieses hineinbegibt, wuchert das bildungsfähige Zellgewebe aus dem Umfange der Stengelaxe heraus und bildet eine Achselknospe. Das junge Stämmchen trägt den Winter hindurch so viele Achselknospen, als es in seiner ersten Wachsthumsperiode Blätter erzeugt hatte (Fig. 341). Man bemerkt unter jeder solchen Knospe deutlich die Narbe der Ablösungsstelle des Blattstieles. Da nahe unter der Gipfelknospe sich ebenfalls Blätter befanden, so ist dieselbe in gewissem Sinne auch eine Achselknospe. Das Zellgewebe im Innern aller dieser Knospen befindet sich in dem nämlichen Zustande, in welchem sich im ersten Jahre das Zellgewebe des Keimungsknöspchens des Embryo befand, in dem Zustande der größten Vermehrungsfähigkeit, und da dieser Zustand ebenfalls das Cambium auszeichnet, so darf man alle diese Gewebe mit einander vergleichen, und hat deßhalb alle auch wohl als Cambium oder Bildungsgewebe bezeichnet. Die Knospen (Fig. 341, a)

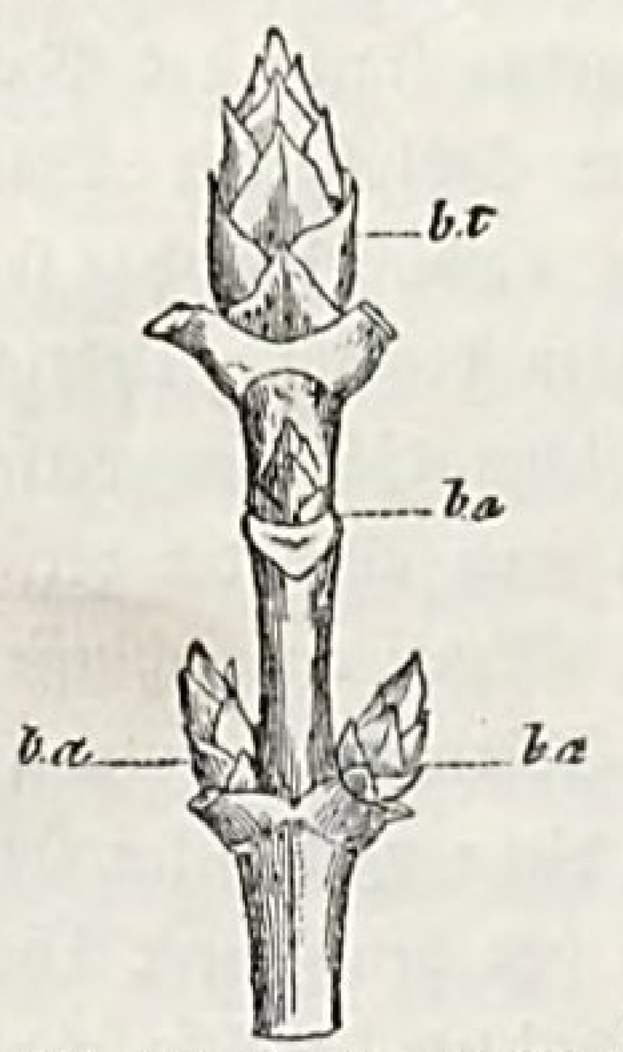


Fig. 341. Ein Zweig mit Winterknospen. *

* Als Beispiel dieser, allen mehrjährigen Dicotyledoneen gemeinsamen Erscheinung ist benutzt die Abbildung eines Zweiggipfels der in den Gärten häufigen schwarzen Geißblattpflanze (Lonicera nigra); *bt* Gipfelknospe; *ba* Achselknospen.

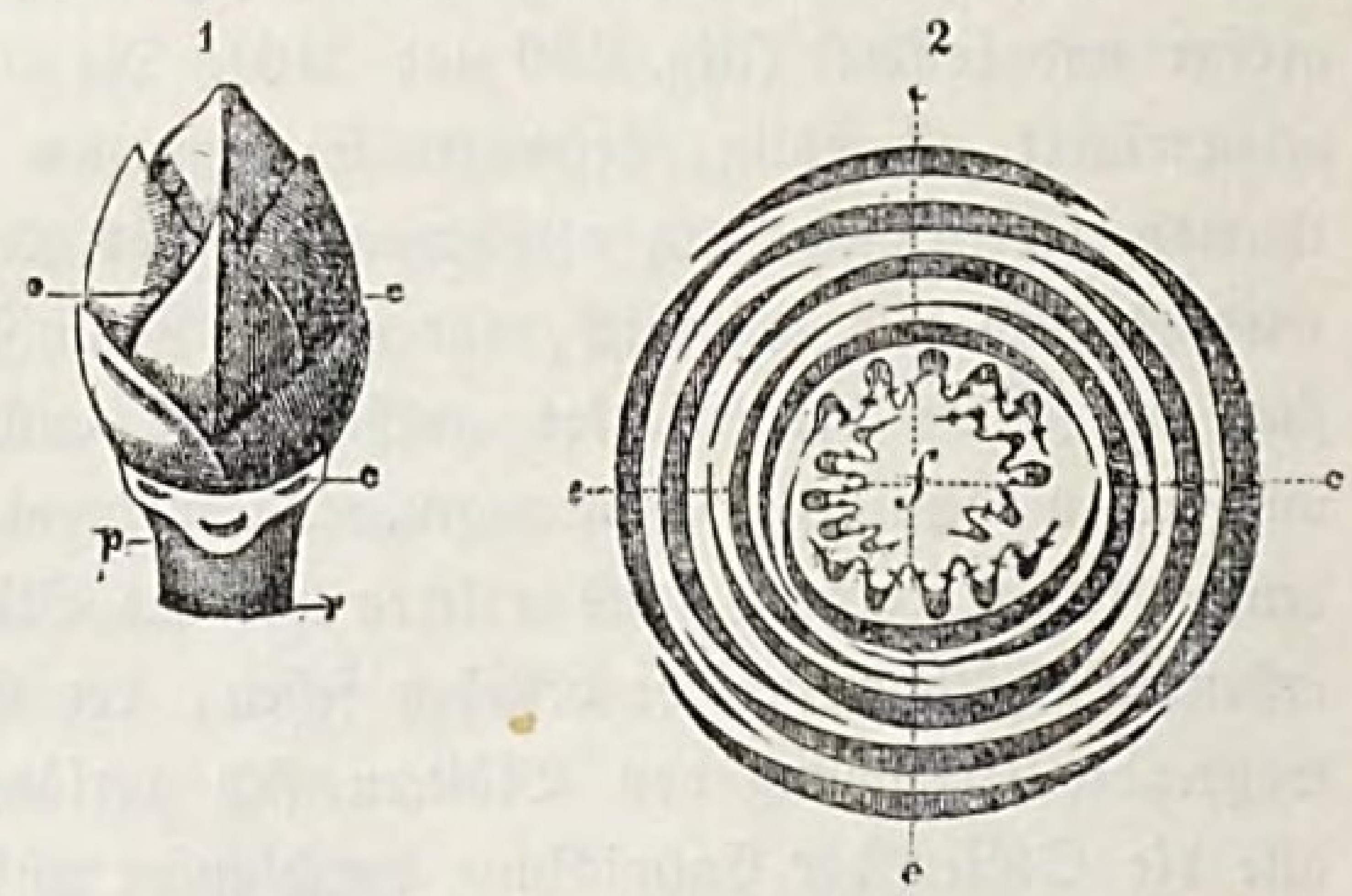


Fig. 341, *a*. 1 Schuppig blätterige Knospe des Bergahorn (Acer pseudoplatanus); *r* der die Knospe tragende Gipfel des Stengels; *p* der Blattstielwulst; *c* die Narbe, auf welcher man die drei Gefäßbündel erkennt, welche in das hier abgelöste Blatt eingingen; *e* Knospendecken, welche sich dachziegelig decken.
2 Vergrößerter Durchschnitt der nämlichen Knospe; *e* Knospendecken oder Schuppen (Phyllodien); *f* Blätter, welche faltig zusammengelegt sind und welche um den Gipfel der Knospenaxe gestellt sind. Die Axe selbst ist, ihrer Kürze wegen, hier durch den Schnitt nicht mit getroffen.

bestehen, wie der Same, aus Deckorganen, Blattorganen und einem äußerst kurzen Axenorgane; nur erkennt man hier deutlicher, als beim Samen, die Bildung aller dieser Organe aus einem gemeinsamen Ursprunge, indem die obendrein sehr zahlreichen und nicht zu gemeinsamen Hüllen verschmolzenen Knospendecken selber Blattorgane der Knospenaxe sind. Auch trennen sich die Knospen nicht vom Stamme, auf welchem sie gebildet sind. Man hat sie daher auch wohl „unbewegliche Samen" genannt. Da sie als solche ihre Nahrung durch die Vermittlung ihrer Mutterpflanze zu beziehen fortfahren, so bedürfen sie auch keines Nahrungsvorrathes, wie solcher den Samenembryonen entweder als ein besonderes Endosperm oder aber in dem Gewebe der dicken Cotyledonarblätter mitgegeben ist.

Aus jeder Knospe entwickelt sich im zweiten Jahre ein neues Stengelchen, mit

Blättern besetzt, sowohl aus der Gipfelknospe ein solches, welches das vorigjährige Stämmchen in gerader Richtung fortsetzt, als auch aus jeder Achselknospe ein solches, welches wir Zweig nennen, weil es eine schiefe Seitenrichtung einschlägt. Jedes dieser neuen Stengelchen gleicht dem erstjährigen, welches sich aus dem beweglichen Samenembryo entwickelt, vollkommen — nur besitzt es nicht eine Verlängerung abwärts, wie die Wurzel. Jedoch entwickelt sich in dem Cambium von dem Punkte, aus welchem die Knospe entsprungen ist, abwärts eine große Menge von Zellen, welche zuerst ein Parenchym darstellen; in diesem Parenchym aber geht die Bildung von Faserbündeln ganz in der nämlichen Weise vor sich, wie in dem Parenchym der Embryonalaxe. Diese Faserbündel treten in unmittelbare Verbindung mit solchen, welche sich in der Knospenaxe entwickeln, und man kann sie bis in diese hinein, oder umgekehrt die Faserbündel der Knospenaxe in das Cambium des vorigjährigen Stämmchens hinab, verfolgen. Da durch diese langgestreckten Zellen vorzüglich die Saftmittheilung vermittelt wird, so sind diese neugebildeten Faserbündel in gewissem Sinne die Wurzeln der im zweiten Jahre gebildeten Stengelaxe und der Zweigaxe. Jede dieser Axen ist genau eine Wiederholung der erstjährigen Axe in allen Theilen, nur sind sie nicht freie, selbstständige Pflanzenindividuen, sondern abhängig von der Mutteraxe. Im Herbste tragen sie Knospen, ganz in derselben Weise, wie die Mutteraxe im vorigen Jahre, und aus diesen Knospen entsteht im dritten Jahre eine sehr große Menge von neuen unselbstständigen Individuen. Es bildet sich auf diese Weise eine Aufstaffelung zahlreicher Generationen von Individuen, deren Menge sich außerordentlich vervielfacht — ein Baum, welcher somit in hohem Grade vergleichbar ist dem aus der Aufstaffelung vieler Generationen entstandenen Korallenstocke (Seite 547).

In jedem Jahre entwickelt sich aus dem Cambium, welches im Frühlinge bei reichlichem Saftandrange und sehr lebhafter Zellenvermehrung sich in einen Zellenbrei verwandelt, einerseits eine neue Holzmasse, welche sich als ein Jahresring an den Umfang der früheren Holzmasse anfügt, andererseits eine neue Rinden- und Bastschicht, welche sich innerlich an die frühere Rinden- und Bastschicht anlegt. Zwischen beiden bleibt am Schlusse der Wachsthumsperiode allemal wieder ein geringes Cambium, in welchem im folgenden Jahre die nämliche Entwicklung sich wiederholt. Sehen wir die im Cambium sich entwickelnden Faserbündel als die Wurzeln der unfreien Individuen an, welche sich aus den Knospen des Jahres entwickelten, so können wir diese demnach von dem höchsten Zweige eines Baumes bis hinab in die Spitzen der Wurzeln verfolgen. Das Holz der Jahresringe gleicht völlig demjenigen des ersten Jahres, nur fehlen den Holzbündeln die Spiralgefäße, wie solche im ersten Jahre die Markscheide bilden. Die Tüpfel- und Netzgefäße dagegen, welche zwischen den Holzfaserbündeln verstreut sind, fehlen auch hier nicht (Fig. 342). Jedem früheren Holzbündel entspricht im neuen Jahresringe nicht bloß ein neues Bündelchen, sondern es finden sich hier deren zwei, durch einen neuen Markstrahl geschieden. Diese neuen Markstrahlen, welche sich später durch die folgenden Jahresringe erhalten, lassen daher das Jahr ihres ersten Entstehens auf einem Stammdurchschnitte später immer genau erkennen. An die Markstrahlen des früheren Jahresringes fügt sich allemal eine neue Parenchymmasse, welche dieselben verlängert; allein innerhalb dieser Verlängerung des Markstrahles

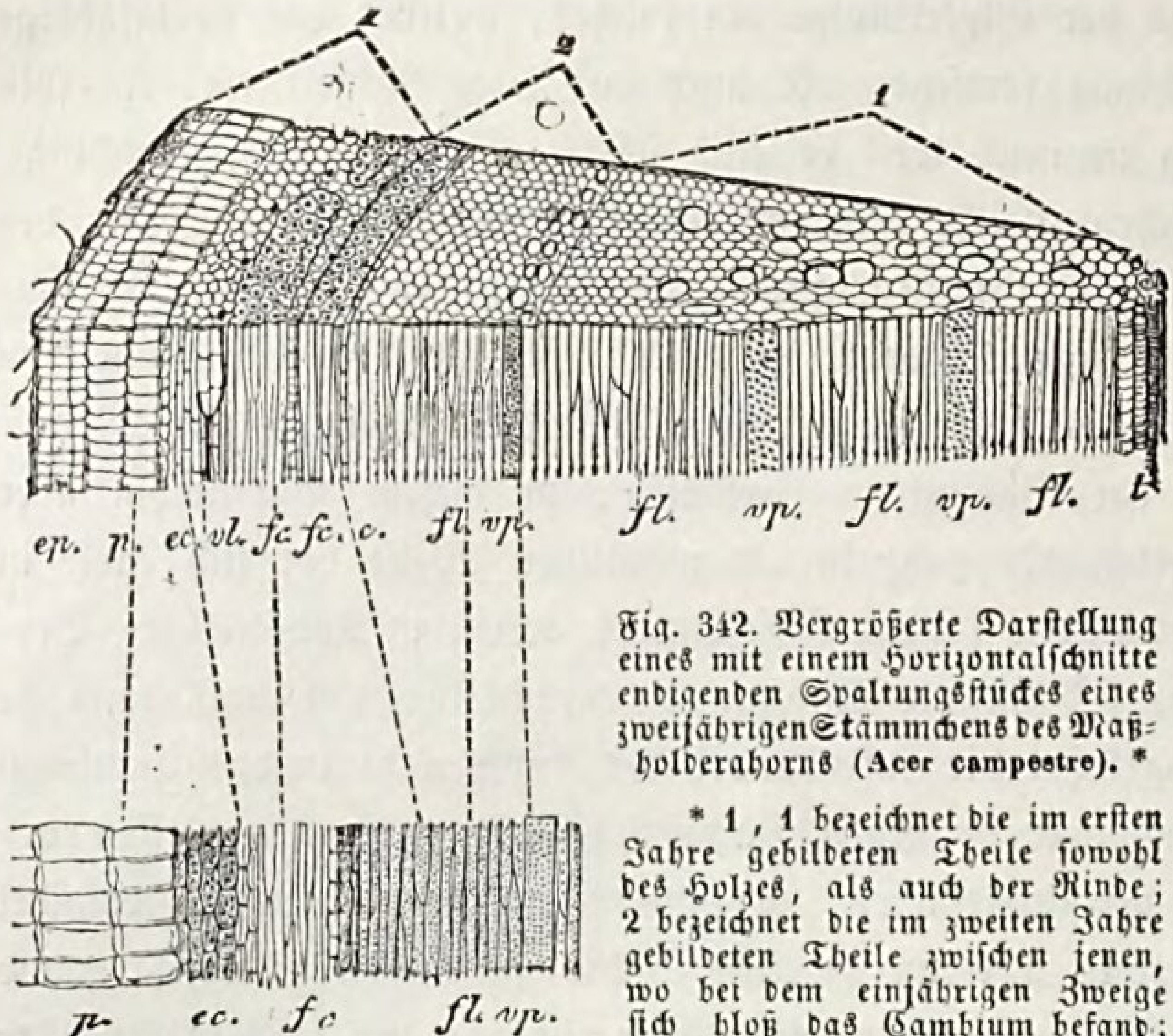


Fig. 342. Vergrößerte Darstellung eines mit einem Horizontalschnitte endigenden Spaltungsstückes eines zweijährigen Stämmchens des Maßholderahorns (Acer campestre). *

* 1, 1 bezeichnet die im ersten Jahre gebildeten Theile sowohl des Holzes, als auch der Rinde; 2 bezeichnet die im zweiten Jahre gebildeten Theile zwischen jenen, wo bei dem einjährigen Zweige sich bloß das Cambium befand; *t* Spiralgefäße der Markscheide; *fl* Holzfaserbündel; *vp* Tüpfelgefäße des Holzes; *c* Cambium des zweiten Jahres; *fc* Bastbündel; *vl* Milchsaftgefäße; *ec* grüne Rinde; *p* braune Rinde; *ep* Epidermis.

bildet sich ein neues Faserbündel, welches von demselben nur zwei Seitenpartieen übrig läßt, die nun als zwei Markstrahlen erscheinen. — Ebenso verhält es sich mit der Anlagerung neuen Rindenparenchyms und neuer Bastbündel. Die in jedem Jahre gebildeten Schichten sind hier jedoch weit geringer, als beim Holze. Die Oberhaut geht schon im zweiten Jahre großentheils verloren, indem sie, bei der Zunahme der inneren Masse, zerbersten muß und sodann früher oder später abblättert. Das grüne Parenchym, welches den Bast und die Milchsaftgefäße zunächst umgibt, ist einer sehr lange andauernden Vermehrung fähig, und es verdickt sich daher beträchtlich die Lage der äußeren Zellenmassen. Dabei nehmen dieselben nach außen immer eine mehr oder minder würfel- oder tafelähnliche Form an. Bei dem Maßholderahorn sind nicht selten Schichten derartiger Zellen in solchem Grade entwickelt, daß sie an den Stämmen und Zweigen beträchtliche Wulste bilden, welche stellenweise die Haut sprengen und unregelmäßig herauswuchern. Ihre Substanz ist elastisch weich, **korkartig**; man würde sie eben als **Kork** benutzen können, wenn die Lagen hier regelmäßig und dick genug wären.

In jeder dicotyledonischen Pflanze findet man im ersten Jahre die nämliche Anordnung der Elementarorgane, wie in dem Ahorne. Die Verschiedenheiten, welche allerdings sehr mannigfaltig sind, bestehen in der verschiedenen Ausdehnung der verschiedenen Theile, sei es des Markes, oder des Holzes, oder der Rinde, und in der verschiedenen Consistenz derselben. Diejenigen Gewächse, welche im Herbste völlig absterben und nicht mehrere Jahre auszudauern vermögen, haben kein festes Holz, sondern nur zarte saftreiche Faserbündel, und werden daher eben vom Froste getödtet, da die Zellenwandungen dieser sogenannten **krautartigen Pflanzen** durch das Gefrieren des Saftes ebensogut zersprengt werden müssen, wie eine Flasche zerspringt, in welcher eingeschlossen Wasser gefriert. Bei diesen Pflanzen bleiben die Organe in dem zarten Zustande, welchen sie beim Ahorne frühzeitig durchlaufen. Alle mehrjährigen dicotyledonischen Gewächse gleichen in der Bildung ihrer Axenorgane diesem völlig auch in der übrigen Zeit ihres Wachsthumes, indem auch sie alljährlich einen neuen Jahresring sowohl des Holzkörpers, als auch der Rinde erhalten. Auch bestehen, wie der Ahorn, alle Pflanzen, welche nicht bloß eine einfache mit Blättern versehene Axe, sondern außer dieser Zweigorgane besitzen, nicht aus einem einzigen Pflanzenindividuum, sondern aus mehreren solchen.

Uebrigens zeigt uns schon das Vorkommen von Verzweigungen bei krautarti-

gen und somit nur einjährigen Pflanzen, daß nicht jedes neue Individuum, sei es eine Fortsetzung der Axe des primären Individuums, oder sei es ein Zweigindividuum, aus einer Winterknospe entspringe. Vielmehr entwickeln sich viele Knospen aus den Achseln der Blätter schon im Laufe derselben Wachsthumsperiode, in welcher die Axe selbst, an welcher sie entspringen, entwickelt ist. Solche Knospen unterscheiden sich von den Winterknospen gar nicht weiter, als durch die ununterbrochene, keiner Winterruhe unterworfene Entwicklung, und etwa durch den Mangel schuppenartiger Phyllodien (Knospendecken), weßhalb man sie dann nackte Knospen zu nennen pflegt. Der Umstand, daß Achselknospen in den Achseln aller oder doch sehr vieler Blätter sich entwickeln, und daß dieselben an den Zweigen ebenso, wie an der Fortsetzung der primären Axe, dem eigentlichen Stamme, nach den verschiedensten Richtungen sich strecken können, endlich das weit geringere Vorherrschen der geraden Verlängerungen der primären Axe gegen die Seitenaxen begründet den so auffallenden Unterschied des Wuchses oder der Tracht zwischen den Dicotyledoneen und den Coniferen.

Von der Wurzel der Ahorngewächse und aller Dicotyledoneen gilt dasselbe, was von den Wurzeln der Coniferen (Seite 722) gesagt wurde. Es ist stets eine Hauptwurzel vorhanden, welche die unmittelbare Fortsetzung der primären Axe in einer dem Gipfel entgegengesetzten Richtung darstellt. Diese Hauptwurzel hat ihre Verzweigungen. Knospen können hier natürlich nicht vorkommen, weil Blattorgane der Wurzel und ihren Verzweigungen völlig fehlen. Innerlich fehlt stets das Mark und die Markscheide; doch geben die Roßkastanienbäume ein Beispiel eines ziemlich tiefen Eingehens dieser Theile in die Wurzel. Entweder bildet die Hauptwurzel sich vorherrschend und stammartig aus, während ihre Zweige geringer bleiben, oder aber, und dieser Fall ist der häufigere, es entwickeln sich die Wurzelzweige sehr beträchtlich, und die Hauptaxe läßt sich nicht weit abwärts verfolgen; ja nicht selten nehmen gleich am Ursprunge der Wurzel einige mächtige Zweige derselben so überhand, daß es scheint, als ob unmittelbar aus dem unteren Ende des Stammes mehrere Hauptwurzeln entsprängen. Die Beschaffenheit des Bodens und andere Zufälligkeiten haben auf diese Verhältnisse den größten Einfluß.

Das Keimungsknöspchen des Embryo ist ein nacktes Knöspchen. Die Blätter, welche an demselben entspringen, sind anfangs sehr klein; gleichwohl ist ihr Umriß schon früh der nämliche, welchen sie bei ihrer Ausbildung zeigen. Nur sind die einzelnen Spitzen von einander und die Spitze des ganzen Blattes von dem Grunde desselben nicht so weit entfernt, als später. Es geht, nachdem die Blattspitze zuerst fertig gebildet ist, in dem aus der Axe hervorgeschobenen Blättchen eine sehr vielfache und sehr lange fortgesetzte Zellenvermehrung vor sich, welche an allen vorgeschobenen Spitzen des Randes zuerst erlischt, im Inneren und am unteren Theile aber später aufhört, und endlich am Grunde des Blattstieles, welcher zuletzt sich völlig ausbildet, ihr gänzliches Ende erreicht. Die Zellenvermehrung geht innerhalb des Blattes keineswegs von einem Punkte aus, sondern von vielen Punkten gleichzeitig. So fügen sich zwischen die zuerst gebildeten Theile neue Partieen. In gewissen Richtungen der Hauptausdehnung, vom Grunde des Blattes zu der Hauptspitze und zu den verschiedenen Nebenspitzen, vollendet sie sich zuerst und waltet sie von vorn herein vor. In diesen Richtungen entwickeln sich daher Faserzellen und

Gefäße, deren gemeinsame Bündel die Adern des Blattes bilden. Die hauptsächlichsten dieser Adern, welche gleichsam den Grundriß des Blattes darstellen, zeigen sich sehr früh. Bei der engen und gedrängten Lage, auf welche das Blatt in der Knospe beschränkt ist, sieht man dieselben innig an einander gedrängt; das Zellgewebe, welches sich zwischen ihnen entwickelt, findet in der nämlichen Ebene mit ihnen nicht Raum und nimmt daher eine faltige Lage an. In den in dieser Richtung zuerst gebildeten Theilen werden wiederum frühzeitig Faser- und Gefäßbündel entwickelt, welche von den primären Adern als Seitenadern abgezweigt sind, und durch später entstandene Parenchymmassen mehr und mehr getrennt werden. Allmählig breitet das Blatt sich aus und entfaltet seine Fläche, indem die Adern sich von einander sperren und dadurch das Parenchym ausspannen (Fig. 343). Innerhalb einer Winterknospe sieht man immer einige noch ganz unentwickelte Blätter in völlig zusammengefalteter Lage. Nimmt man den Theil der Axe, welcher sie trägt, zwischen den Knospendecken heraus, so gleicht derselbe dem Keimungsknöspchen des Embryo im höchsten Grade. Die Knospenschuppen gewähren dem Blätterknöspchen den Winter hindurch ganz denselben Schutz, welchen die Samenschale dem Samen gewährt. Denn nicht allein verhindern sie die allzu nachtheilige Einwirkung des Frostes durch ihre Beschaffenheit, da sie strohartig und daher sehr wenig zur Mittheilung der Temperatur geeignet sind, sondern sie schließen auch so fest auf einander, daß der Regen nicht einzudringen vermag. Zu letzterem Zwecke dienen besonders auch die Harzaussonderungen, durch welche sie sich gleichsam auf einander leimen. Die Roßkastanien unserer Gärten und Alleen liefern dafür ein vorzüglich auffallendes Beispiel. Die Blätter der Ahorne stehen auf zwei Spiralen und zwar so, daß, wenn ein Blatt der einen Spirale auf einer gewissen Seite der Axe steht, ein Blatt der andern Spirale vollkommen auf der entgegengesetzten Seite sich befindet (s. Fig. 341, a). In der Knospenlage stehen diese entgegengesetzten Blätter allemal fast genau auf gleicher Höhe, und die abwechselnden Paare kreuzen sich. Das Uebergreifen der Ränder des einen Blätterpaares auf das andere Blätterpaar bezeichnet trotz der außerordentlichen Kürze der Knospenaxe dennoch deutlich genug die Reihenfolge der Blätter. Später werden die einzelnen Blätterpaare auseinander gerückt (Fig. 344), indem sich unterhalb ihrer Ansatzpunkte der sogenannte Knoten, die Axe, verlängert, wobei die schon ziemlich beendigte Vermehrung der Blattstielzellen sie nur wenig begleitet, so daß nur ein schwacher Blattwulst gebildet wird. Die verlängerten Axenglieder zwischen den Blätterpaaren sind hier also Internodien, und so ist es bei allen Dicotyledoneen. — Die Ausbildung der Blattspreite, des Organes, in welchem, durch die Athmung vermittelt, die wichtigsten Umbildungen der Nahrungssäfte vor sich gehen, ist unumgänglich nothwendig zur Verlängerung

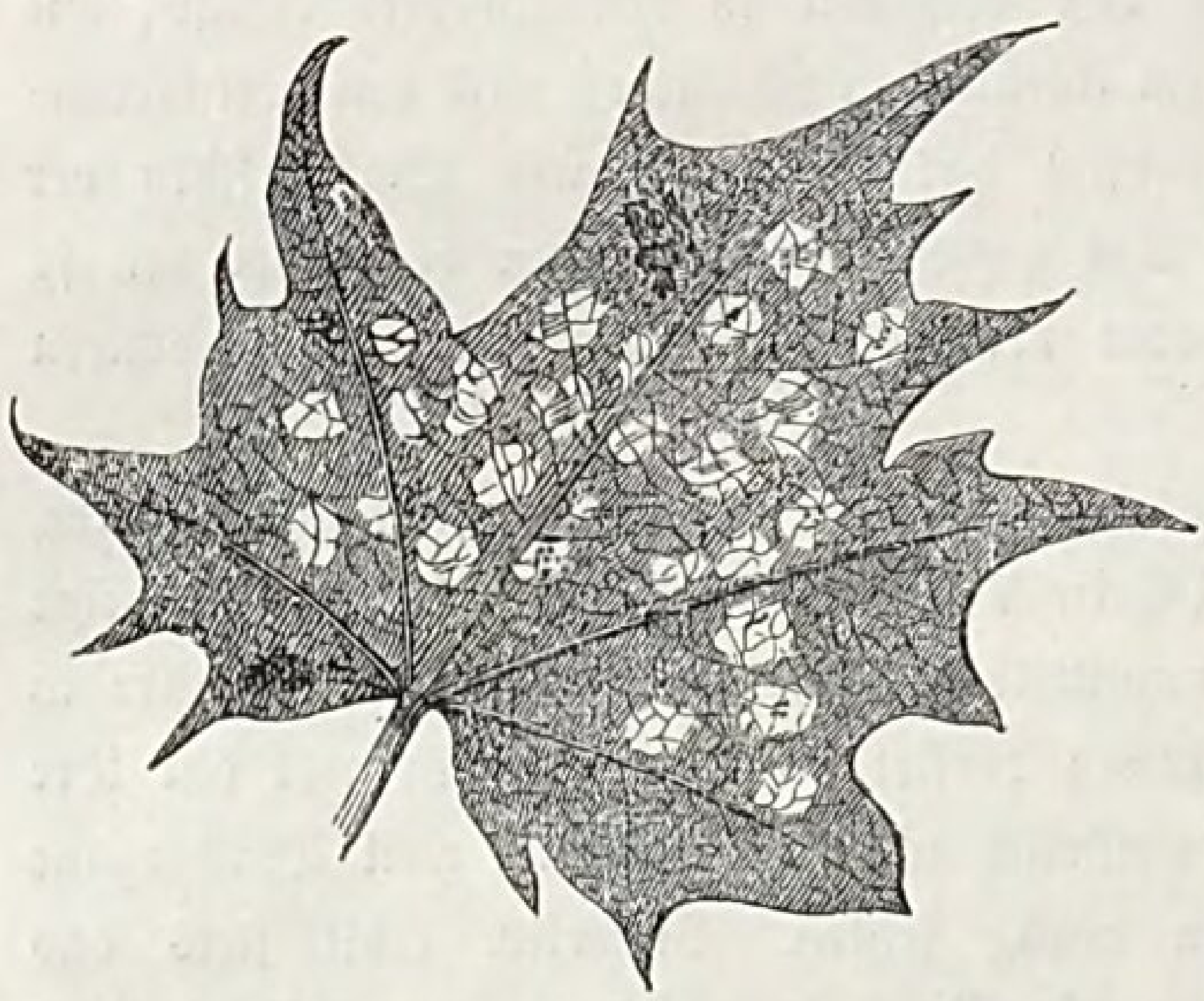


Fig. 343. Ein Blatt des Platanenahorns (Acer platanoides).



Fig. 344. Ein Zweig des Platanenahornes (Acer platanoides) mit Blüthentraube und daneben gezeichneter Frucht.

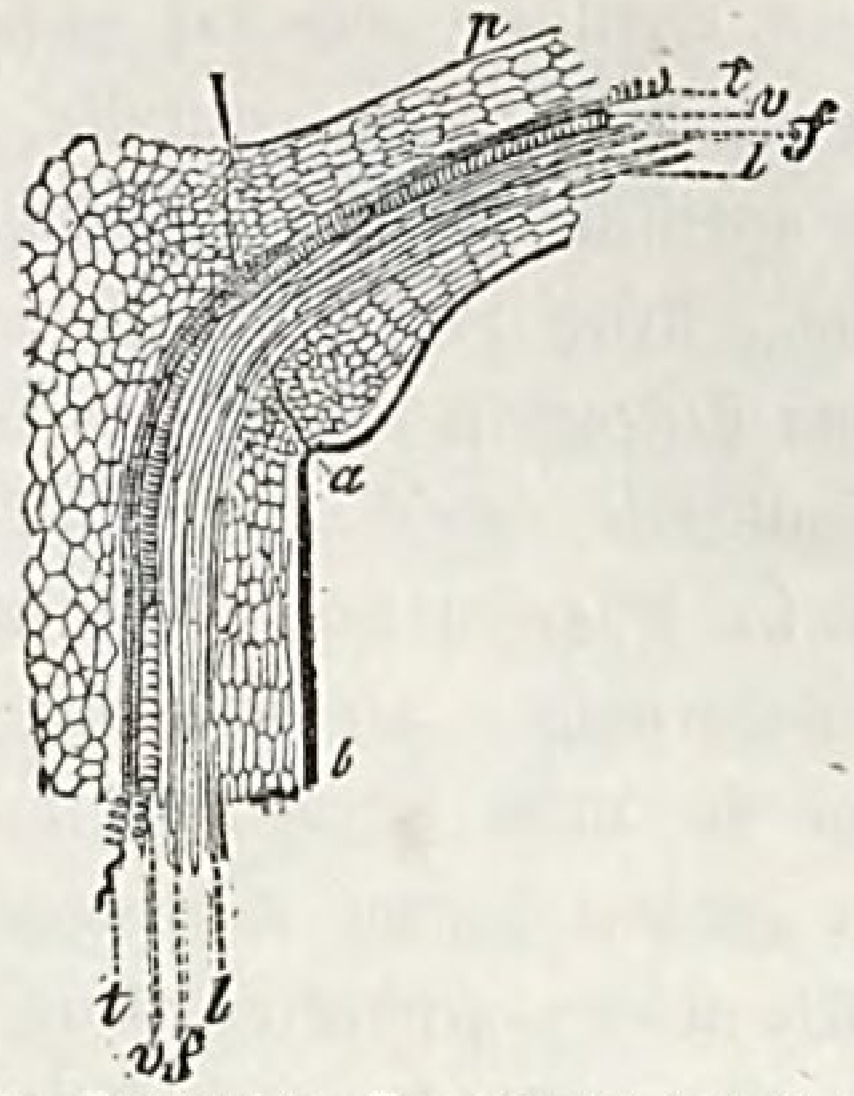


Fig. 345. Senkrechter Durchschnitt des Ansatzpunktes eines Blattes an den Stamm; vergrößert. *

* *b* Axe; *p* Blattstiel; *a* Anschwellung, gebildet durch die Zellenvermehrung, in deren Folge das Blatt sich hier später abgliedert. Man bemerkt zugleich den Weg eines Gefäßbündels aus dem Axenorgane in das Blatt. *t* Spiralgefäße; *vf* Holzfasern und Tüpfelgefäße; *l* Bastfasern und Milchsaftgefäße.

des Axenorganes, denn stets ist letzteres kurz geblieben, wo die Blattspreite fehlt. So ist die Knospenaxe kurz, so lange dieselbe nur Phyllodien trägt; dagegen verlängert sie sich rasch, sobald vollkommene Blätter aus ihrem Schooße hervorbrechen. Das vollkommene Blatt besteht aus der Spreite und dem Stiele. Letzterer ist von der Blattspreite dadurch unterschieden, daß in ihnen alle Gefäßbündel der letzteren vereinigt und von einer gemeinsamen geringen Parenchym- und Oberhautschicht bekleidet sind. Am unteren Theile breitet der Blattstiel sich aus, jedoch nur schwach, so daß er eine dicke Hohlrinne darstellt. Die Gefäßbündel trennen sich hier ebenfalls theilweise von einander, so daß man an der Ablösungsstelle des Blattes später mehrere Spuren derselben bemerken kann. Die Ablösung wird hervorgebracht durch eine Zellenvermehrung am unteren Theile des Blattstieles, durch welche die Zellen hier aus dem organischen Zusammenhange treten und die Fasern und Gefäße endlich zerrissen werden (Fig. 345). In jedem Blatte findet man die Spiralgefäße des Gefäßbündels der oberen Seite genähert, da diese gegen das Innere der Pflanze gewandt ist, während Holzfasern mit Tüpfelgefäßen sich unterhalb an die Spiralgefäße anschließen, und endlich Bastfaserzellen und Milchsaftgefäße den untersten, der unteren und auswärts gekehrten Blattfläche entsprechenden, Theil des Bündels bilden. So ist es bei allen Adern des Blattes. Mitunter sind die Zwischenräume zwischen den einzelnen Hauptadern des Blattes nicht völlig mit zusammenhangendem Parenchyme erfüllt, sondern jede Hauptader ist nur von einem mehr oder minder breiten Saume umgeben, und stellt so gleichsam ein Blatt für sich dar (Fig. 346). So ist es bei dem zur Familie der Hippokastaneen gehörigen Roßkastanienbaume. Man nennt dergleichen Blätter zusammengesetzte.



Fig. 346. Handförmig getheiltes Blatt des Roßkastanienbaumes (Aesculus hippocastanum).

Daß wirklich die Blätter es sind, welche den Saft der Pflanzen zubereiten und ihm seine Eigen-

thümlichkeit verleihen, und daß dieser Saft sodann von Zelle zu Zelle den übrigen Organen der Pflanze sich mittheile, dieses beweist ein lehrreicher Versuch, welchen man mit gewissen Ahornen zu machen im Stande ist. Aus unbekannten Ursachen haben einige Arten von solchen mitunter gescheckte Blätter, d. h. solche, in deren Parenchym fleckenweise das Chlorophyll durch einen gelben Farbstoff ersetzt ist. Diese Eigenthümlichkeit, welche jedenfalls auf besonderen chemischen Vorgängen in den Zellen dieser Pflanzen beruht, ist sehr beständig — nur durch Samen läßt sie sich, wie die Ausartungen der Gewächse überhaupt, nicht wohl fortpflanzen. Dagegen kann man sie durch Pfropfung eines mit gescheckten Blättern versehenen Zweiges auf einen andern Stamm übertragen, und zwar nicht bloß so, daß der betreffende Zweig stets wieder gescheckte Blätter trägt, sondern es theilt sich diese Seltsamkeit auch den übrigen Zweigen allmählig mit, was nicht anders erklärbar ist, als durch die Annahme, daß der eigenthümlich gemischte Saft der gescheckten Blätter allen Zweigen mitgetheilt werde und hier ähnliche Mischungen hervorrufe.

Die Blüthen entspringen nie unmittelbar auf der primären Axe des aus dem Embryo entstandenen Individuums; vielmehr bilden sich erst eine Anzahl von Generationen unfreier Individuen, auf deren einer endlich die Blüthenaxen entspringen. Bei den Ahornen ist die Anzahl unfreier Generationen, welche der Erzeugung von Blüthen vorausgehen, außerordentlich groß, und es ist dieses eben eine Eigenthümlichkeit baumartiger Pflanzen. Tausende von Individuen staffeln sich Jahr für Jahr auf einander, bis daß ein mächtiger Stamm ausgebreitete Zweige trägt. Dann endlich, wenn der Baum ein gewisses Alter erreicht hat, beginnt er Blüthen hervorzubringen, gleich als wolle die Natur durch Ezeugung von Samen die Erhaltung der Art sichern, da die Existenz der unfreien Individuen mit dem Absterben des Stammes endigen muß. Es gibt ohne Zweifel Gründe im Organismus der Pflanze, welche bewirken, daß dieselbe bis zu einem gewissen Punkte nur unfreie Individuen erzeuge, dann aber neben diesen auch Samen (freie Individuen). Mit der Fähigkeit, Samen zu erzeugen, hat die Pflanze den höchsten Grad ihrer Vegetation erreicht; von nun an vegetirt sie schwächer — zahlreiche Individuen sind nur vorübergehend und hinfallig, nämlich die Blüthenzweige, deren Existenz stets mit der Samenreife abgeschlossen ist; endlich erlischt die Vegetation ganz — Zweig auf Zweig bleibt im Frühling blätterleer, während einzelne noch grünen und besonders reichlich blühen, bis zuletzt kein Zweig mehr grünt. Aber Millionen von Samen sind ausgestreut und sichern das Fortbestehen der gleichen Pflanzenart.

Bei den eigentlichen Ahornen stehen die Blüthen in traubenförmigen Blüthenständen in den Achseln der Blätter. Jede Blüthentraube besitzt eine Hauptaxe, welche als Zweig in einer Achsel entspringt; an dieser ganz blätterlos bleibenden Hauptaxe stehen zahlreiche kleinere Zweige, welche wiederum völlig blätterlos sind, bis auf ihren Gipfel, welcher eine Blume mit zweimal fünf kleinen grünlichen Blumenblättern und den Fortpflanzungsorganen trägt. Von den Blumenblättern sind fünf schon in der Knospenlage sichtbar und verdecken die fünf anderen; erstere sind die Kelchblätter, letztere die Kronenblätter. Die Kelchblätter sind für die Blüthenknospe dasselbe, was die Knospenschuppen für die Winterknospen; in der That sind beiderlei Organe nicht wesentlich verschieden und stimmen mitunter auch in ihrer äußeren Erscheinung und ihrem Verhalten sehr überein. So

fallen bei der Roßkastanie die Kelchblätter, wenn die Blume aufblüht und diese Decken ihren Zweck somit erfüllt haben, ebenso gut völlig ab, wie die Knospenschuppen durch die Entwicklung der Blätter, wenn im Frühling die Bäume ausschlagen, abgeworfen werden. Die Fünfzahl, welcher wir hier begegnen, herrscht bei den Blumen der meisten Dicotyledoneen ebenso allgemein, wie die Dreizahl bei den Monocotyledoneen. Die Fortpflanzungsorgane bestehen in mehreren Kreisen von Staubfäden und den Fruchtknoten. Die Blüthenaxe ist da, wo die Blumenblätter und Fortpflanzungsorgane auf derselben entsprungen sind, gleichsam durch die vereinigten Blattwulste dieser vielen Blattorgane angeschwollen, so daß dieselbe nach Entfernung jener eine kleine Scheibe vorstellt, auf deren Mitte die Fruchtknoten befestigt waren. Man nennt eine solche Form der Blüthenaxe eine hypogynische Scheibe. Von Staubfäden findet sich bei den Ahornen mitunter nur ein fünfzähliger Kreis, mitunter zwei solche, mitunter auch drei; allein in diesem Falle sind selten alle Kreise vollzählig, vielmehr fehlen jedem Kreise ein oder zwei Glieder, so daß die ganze Zahl oft 8 (2×5 weniger 2×1) oder 12 (3×5 weniger 3×1) beträgt. Eine solche Unvollzähligkeit ist ebenfalls bei den Blumenblättern, sowohl des Kelch- als des Kronenquirles, sehr häufig. Regelmäßig ist dieselbe bei den Fruchtknoten, deren sich immer gar nur zwei fast ganz vereinigte finden, jeder einem einzigen Karpelle entsprechend. In manchen Blüthen sind Staubfäden und Fruchtknoten zugleich entwickelt; sehr häufig dagegen sind auf der nämlichen Pflanze viele andere Blüthen vorhanden, in denen entweder nur Staubfäden, und zwar diese außerordentlich lang, ausgebildet, die Fruchtknoten dagegen gänzlich verkümmert sind, oder aber, bei völliger Verkümmerung der Staubfäden, nur die Fruchtknoten, und diese um so kräftiger, erscheinen. Nur in letzterem Falle pflegen die Fruchtknoten wirklich zu Früchten ausgebildet zu werden. Pflanzen mit theils männlichen, theils weiblichen, theils zwitterigen Blüthen nennt man polygamisch. Ein Beispiel der Polygamie liefert in der Ordnung der Ahorne auch die Familie der Gerbersträucher (Coriarieæ). Die Blüthen dieser Pflanzen, welche den eigentlichen Ahornen so nahe verwandt sind, besitzen übrigens vollzählige Quirle aller der metamorphosirten Blattorgane (Fig. 347). Die Kronenblätter erscheinen hier nur in Form fleischiger Schuppen. Die Karpelle sind zur Blüthezeit fast ganz mit einander verwachsen, trennen sich aber während der Frucht-



Fig. 347.
Diagramm einer dicotyledonischen Blüthe mit vollzähligen Quirlen, vom myrtenblätterigen Gerberstrauche (Coriaria myrtifolia). Die fünf Doppellinien bezeichnen die Stellung der Kelchblätter, die einfachen Linien die Kronenblätter, die Doppelschleifen die Staubbeutel, die einfachen Schleifen die Karpelle.



Fig. 348. Ein Zweig der Roßkastanie (Aesculus hippocastanum) mit Blättern und einem Blüthenstande; 1/10 d. nat. Gr.

entwicklung mehr und mehr von einander. Die Hippokastaneen, insbesondere die **Roßkastanien** (Fig. 348), liefern mehrfache aufklärende Beispiele des Fehlschlagens einzelner Theile der Blüthenquirle. Der Kelch ist bei diesen sehr gering, grünlich braun, zu einem Glöckchen verwachsen; doch ist derselbe deutlich fünfblätterig, die Krone vierblätterig, und diese Blätter sind viel größer, als die des Kelches, ganz unverwachsen, schön roth gefärbt; sie sind unter sich sehr ungleich an Größe; vier derselben stehen abwechselnd mit den Kelchblättern, der Platz des fünften aber ist leer. Mitunter findet man indessen einzelne Kastanienblüthen, bei welchen das fünfte Blatt wirklich ausgebildet ist. Staubfäden sind nur 7 bis 8 vorhanden, und diese sehr ungleich an Größe, sämmtlich aber nach einer Seite so sehr gekrümmt, daß sie in der Blüthe abwärts hangen. Der Fruchtknoten ist bald ein-, bald zwei-, bald dreifächerig, der Griffel sehr ungleich dreilappig, so daß er meistens ganz einspitzig erscheint. In jedem der drei Fächer des Fruchtknotens befinden sich zwei Samenknöspchen, doch bildet sich hernach meistens nur ein einziges von allen sechsen aus, wenigstens ist die Frucht, auch wenn sie zwei oder drei Samen enthält, doch so unregelmäßig gebildet, daß selten zwei gleich große Samen gefunden werden. — Eine Pflanze aus der Familie der **Malpighiaceen**, die **zweihörnige Byrsonima**, verdient bemerkt zu werden wegen der seltsamen Form ihrer Staubfäden. An diesen bilden nämlich die Staubbeutelfächer zwei vor dem sie lang überragenden Connektiv angewachsene Säckchen, deren jedes nach oben in eine hörnchenartige Spitze ausläuft und auf der Vorderseite mit einer Spalte sich öffnet (Fig. 349).



Fig. 349. Der obere Theil des Staubfadens der zweihörnigen Byrsonima (**Byrsonima bicorniculata**), vergrößert. *

* f Filament; c Connektiv; l die Antherenfächer.

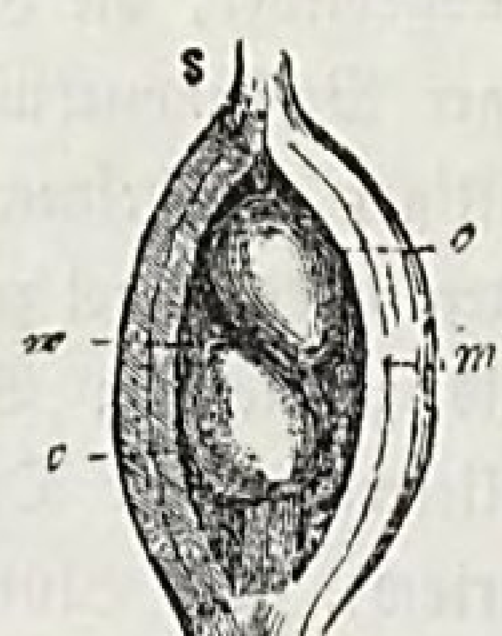


Fig. 350. Ein geöffnetes Fach des Fruchtknotens einer Roßkastanienblüthe (**Aesculus hybrida**), vergrößert. *

* s Unterer Theil des Griffels; o Samenknöspchen; m Mikropyle, bei der einen Knospe nach oben, bei der andern nach unten gerichtet.

Die Fruchtknoten der eigentlichen Ahorne, deutlich aus zwei Karpellen gebildet, sind zur Zeit der Blüthe einigermaßen innig mit einander verbunden und mit ihrem sehr kurzen Griffeltheile völlig vereinigt, so daß nur **ein** Griffel, jedoch mit zweien Narben, vorhanden ist. Beide Karpelle sind an das sehr zarte Mittelsäulchen, die Endigung der Blüthenaxe, angewachsen. Innerhalb eines jeden Karpelles entspringen aus dieser zwei Samenknöspchen übereinander, jedoch wird von diesen meistens nur das eine zu einem Samen entwickelt. Bei der Roßkastanie haben die in einem jeden Fache des Fruchtknotens entspringenden Samenknöspchen neben einander nicht Platz, und verschaffen sich solchen, unter nabelstrangartiger Verlängerung ihres Knospengrundes, in der Weise, daß das eine Knöspchen aufsteigend, das andere dagegen völlig herabhangend gerichtet ist (Fig. 350). Es scheint mit dieser ungleichen Lage die ungleiche Entwicklung der Samenknöspchen zusammen zu hangen. Die nämliche Erscheinung findet sich übrigens in der Ordnung der rosenblüthigen Pflanzen bei den Spierstauden (Spiræa). Die Befruchtung geht hier ganz so vor sich, wie bei den Monocotyledoneen; aber die Entwicklung des Samens weicht einigermaßen ab. Es wird nämlich die Bildung des Endosperms im Keimsäckchen nicht allein verspätet, so daß sie erst mit der Entwicklung des Embryo gleichzeitig vorgehe, sondern

sie erfolgt hier überhaupt gar nicht. Dagegen wird der Keimling sehr beträchtlich groß und erfüllt nicht allein das Keimsäckchen gänzlich, sondern verdrängt auch das Perisperm fast spurlos, so daß man unter der aus den Samendecken gebildeten hautigen Samenschale unmittelbar den Keimling antrifft. Auch unter den Monocotyledoneen ist es nicht ohne Beispiel, daß der Same des Endosperms völlig entbehrt; jedoch ist es bei denselben seltener. In der Klasse der Dicotyledoneen ist es dagegen außerordentlich häufig, und besonders bezeichnend die damit verbundene auffallende Größe des Embryo, besonders der Cotyledonen desselben. Die in diesen Organen angehäuften Substanzen, wie Stärkemehl, Oel 2c., erleiden bei der Keimung mehr oder weniger vollständig die nämliche Umwandlung, welche wir bei der Keimung endospermführender Samen mit den Substanzen des Endosperms vorgehen sahen, auch dienen sie dem Axenorgane und dem Keimungsknöspchen des Embryo ebenso zur Nahrung, wie jene. Die Cotyledonen der meisten eigentlichen Ahorne sind ziemlich deutliche Blätter und befinden sich im Samen in einer ähnlich zusammengefalteten Lage, wie die Blätter in den Winterknospen. Ihre dicke, fleischige Zellenmasse ist mit Stärkemehl reichlich erfüllt. Zwischen ihre Falten seitlich eingedrückt, liegt das ganz schief umgekrümmte Axenorgan des Embryo. Da die beiden Cotyledonen mit ihren inneren Flächen unmittelbar zusammengelegt sind, so findet man das Keimungsknöspchen erst, wenn man diese trennt. Bei den Roßkastanien sind die Cotyledonen außerordentlich stark entwickelt und so mehlreich, daß dieselben, trotz der beigemengten bittern und zusammenziehenden Stoffe, welche sie für den Menschen ungenießbar machen, nicht allein ein gutes Futter für Schafe und Ziegen darbieten, sondern auch, zerrieben und ausgeschlemmt, ein gutes Satzmehl liefern. Hier ist die Embryonalaxe außerordentlich klein, auch sind die beiden Cotyledonen so innig an einander gedrängt, daß es selten gelingt, sie zu trennen, und somit ist die Erkennung der einzelnen Organe des Embryo ziemlich erschwert; bei der Keimung jedoch trennen sich die Cotyledonen von selber, und die verlängerte Axe wird deutlich. Bei einigen Pflanzen des Geschlechtes der Hiräen, afrikanischen Bäumen aus der Familie der Malpighiaceen, sind die beiden Cotyledonen so ungleich, daß man die Embryonen derselben kaum für Dicotyledoneen erkennen möchte (Fig. 350 bis). Diese Erscheinung findet sich jedoch gar nicht selten und in solchem Grade, daß einige Pflanzenfamilien aus diesem Grunde mitunter zu den Monocotyledoneen gestellt werden.

Die Karpelle der eigentlichen Ahorne erleiden während der Entwicklung des Samens eine auffallende Veränderung.

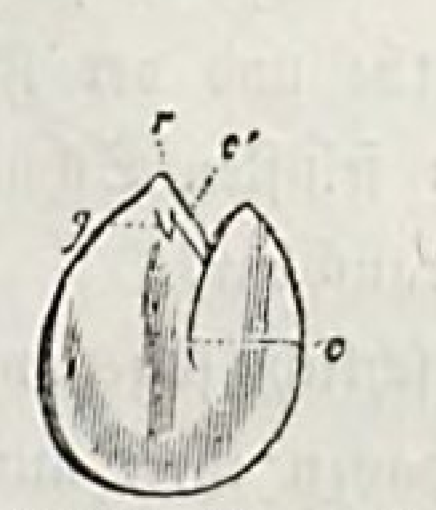


Fig. 350 bis. Der ungleich dicotyledonische Embryo einer Hiräa (**Hiraea Salzmanniana**) in seiner natürlichen Lage im Samen. *

* *r* Axenorgan (Wurzelchen); *c'* der kleine Cotyledon; *g* das Keimungsknöspchen; *c* der große Cotyledon, welcher im Samen doppelt liegt und so den Platz des andern Cotyledon mit in Anspruch nimmt.

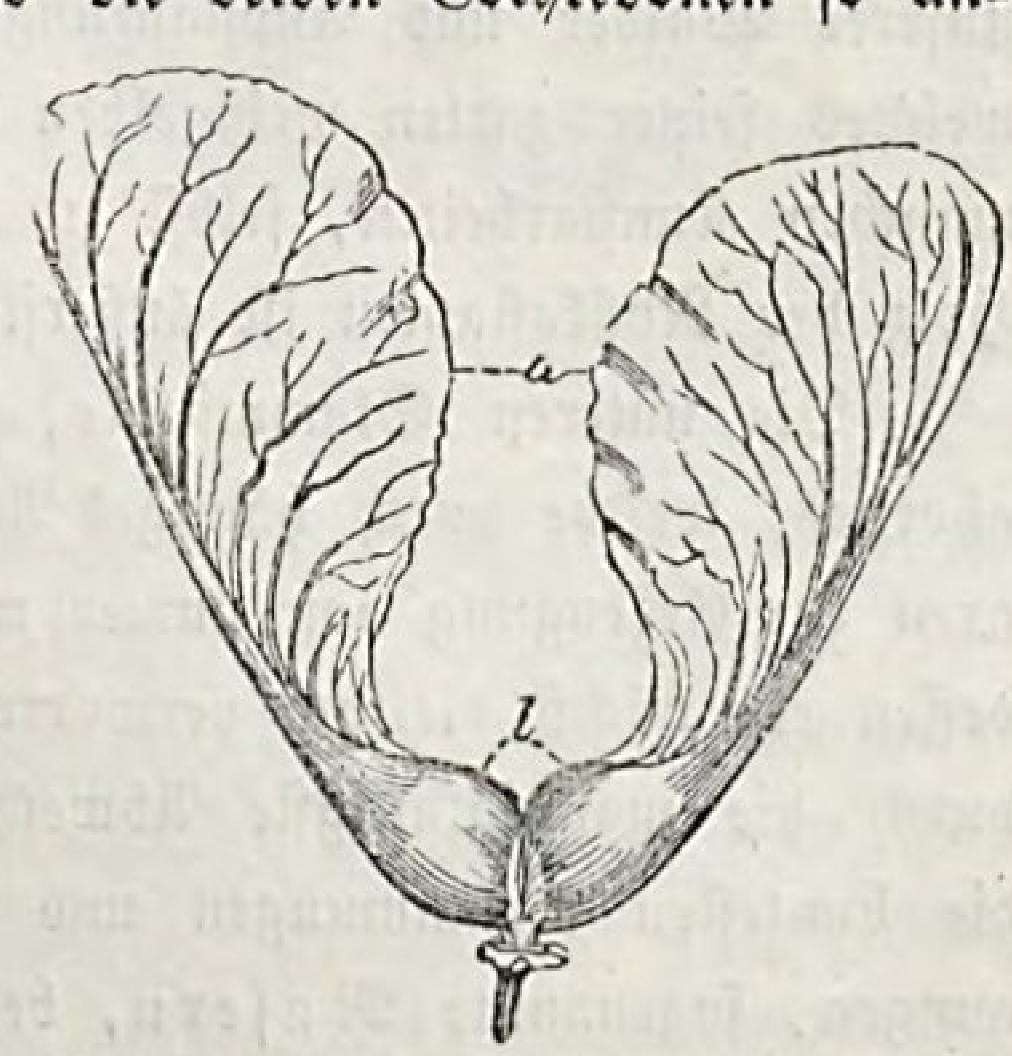


Fig. 351. Die doppelte Flügelfrucht (**samara**) des Platanenahorns (**Acer pseudoplatanus**).*

* Die Doppelfrucht steht auf der hypogynischen Scheibe der Blüthe, deren Blumenblätter und Staubfäden abgefallen sind; *a* Flügel; *l* Fruchtfächer.

Es wachsen dieselben nämlich nachträglich blattartig aus, wobei die beiden zusammengeschlagenen Hälften der inneren Blattfläche eines jeden unmittelbar zusammenwachsen.

Nur da, wo der Same sich befindet, bleiben sie getrennt. Die Frucht läßt hernach noch deutlich die beiden ursprünglichen Fruchtknotenfächer erkennen, dabei aber ragt von dem Rücken eines jeden derselben ein langer flügelartiger Blattfortsatz heraus (Fig. 351). Bei der Reife des Samens trennen sich endlich die beiden Fruchthälften völlig von einander, indem das gänzlich absterbende Mittelsäulchen die Ablösung gestattet. Da das Karpell ein Blattorgan ist, in dessen Achsel die Samenknospe steht, so hat der Flügel der Ahornfrucht somit ganz den nämlichen Ursprung, wie der Flügel des Fichtensamens (Seite 742), nur entwickelt sich dort das Flügelblatt später, als die Samenknospe, und umhüllt dieselbe nicht.

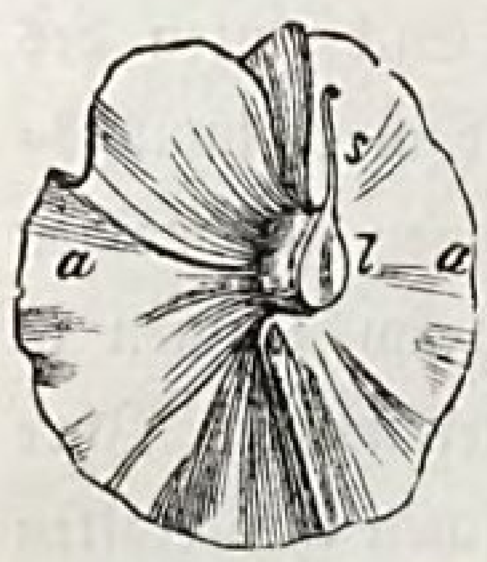


Fig. 351 bis. Eine schildförmige Flügelfrucht der afrikanischen Hiräa (Hiraea pinnata). *

* aa Flügelförmige Ausbreitung des Randes der Karpelle; l Fruchtknotenfach mit dem Griffelfortsatze s.

Die Hiräen tragen Flügelfrüchte von einer ganz eigenthümlichen Form (Fig. 351 bis). Hier breiten sich nämlich die gegen einander gelegten Ränder der beiden Karpelle schildförmig um die Naht des Fruchtknotens aus; auf jeder Seite des so entstandenen Flügels ragt ein Fruchtknotenfach mit dem Ueberreste seines Griffels hervor.

Die Karpelle der Roßkastanien wachsen zu einer mehr oder minder kugeligen Frucht zusammen und bilden dabei eine sehr dicke, äußerlich grüne und mit zahlreichen Stachelvorragungen versehene Hülle, welche endlich zwei- oder dreiklappig unregelmäßig aufspringt. Die Samen besitzen hier eine schöne glänzend braune, hornig lederartige Schale, welche sich aus der äußern Samendecke gebildet hat. Den sehr beträchtlich ausgedehnten Knospengrund bezeichnet ein großer hellfarbigerer, glanzloser Nabelfleck, welcher aus weit lockererm, zunderigem Zellgewebe besteht, und in der That ein Rest des ganz eingetrockneten und mit der inneren und äußeren Samendecke verwachsenen Perispermgewebes ist, von welchem vertrocknete, zunderartige braune Ueberreste auch innerhalb der Samendecken um den Embryo gefunden werden.

Die Ahornarten, zum Theil ausgezeichnet schöne Bäume, bilden eine Zierde unserer Wälder und Anpflanzungen. Dazu liefern sie ein sehr vortreffliches Holz, welches seiner zarten weißgelben Farbe und der Feinheit seines Gefüges wegen zu manchen Kunstarbeiten, selbst zu den feinsten Schnitzwerken gesucht wird. Auch das Holz der Roßkastanien ist äußerst brauchbar.

Die unteren Stammstücke, fälschlich sogenannten Wurzeln, des Maßholderahornes, welche durch häufiges Aushauen ihrer aufgeschossenen Stamm- und Zweigaxen zur Erzeugung von immer neuen Zweigen veranlaßt werden, besitzen in Folge dessen ein höchst vielfach verworrenes Gewebe, und liefern daher ein Holz, welches durch die mannigfaltigste Abwechslung dichterer und minder dichter Partieen und die buntesten Krümmungen und Biegungen der Jahresringe flammenartige Zeichnungen, sogenannte Masern, besitzt. Die neuen Zweige, welche aus den stehengebliebenen ältern Stammstücken (Stöcken) entspringen, heißen Stockausschlag. Solcher ist eine ausschließliche Eigenthümlichkeit der dicotyledonischen Gewächse. Es bilden sich Knospen an solchen Punkten, welche niemals in der Achsel von Blättern sich befanden und an Theilen der Pflanze, deren Blätter längst abgefallen sind. Solche Knospen sind Adventivknospen. Es scheint, daß dieselben überall sich bilden können, wo das Cambium unter der Rinde erhalten geblieben

ist, besonders aber erscheinen sie da, wo eine dünnere Stelle der Rinde ihre Entwicklung begünstigt. So brechen sie nicht selten an Bäumen da hervor, wo man die Rinde durch einen Schnitt verwundete — eine Erscheinung, welche wir sogar bei den Cykadeen (Seite 708) kennen gelernt haben, denen sonst die Erzeugung von Adventivknospen keineswegs zuzukommen scheint.

Einige Ahorngattungen Nordamerika's nützen durch ein höchst wichtiges Produkt ihres Saftes, nämlich durch den Zucker. Solcher ist in großer Menge in ihrem Frühlingssafte enthalten. Aehnlich, wie bei der Keimung die im Endosperm oder in den Cotyledonen des Samens angehäuften Substanzen in den auflöslichen Zustand des Zuckers übergehen, um dem Keimungsknöspchen zur Nahrung zu dienen, so gehen im Frühling die in den Organen der Pflanzen angesammelten Substanzen in Zucker oder ähnliche lösliche Verbindungen über, welche in der von den Wurzeln aufgesogenen Flüssigkeit sich auflösen. Alle Ahorngattungen sind im Frühlinge zuckerreich, und es ist dasselbe bei vielen andern Pflanzen der Fall. Unsere Bergahorne, Spitz- oder Platanenahorne und Maßholder liefern, im Frühling angebohrt, eine reichliche Menge von süßlichem Safte, aus welchem durch Eindickung, vermittelst Siedens, Zucker gewonnen werden kann, und welche eben ihres Zuckergehaltes wegen durch Gährung geistige, weinartige Getränke liefern. Der Zuckerahorn (Fig. 352) und der Eschenahorn (Acer negundo) Nordamerika's sind an Zucker reicher, als andere Gattungen. Ein Baum mittlerer Größe liefert im Verlaufe von 24 Stunden gegen 40 bis 50 Maß sehr süßen Saftes. Derselbe muß binnen 24 Stunden eingekocht werden, da er bei längerem Stehen zunächst in die weinige, sehr rasch darauf aber in die saure Gährung übergeht, wodurch er in Essig verwandelt wird. Der Zucker dieses Saftes ist Rohrzucker, während der Saft vieler anderen Pflanzen nur Traubenzucker enthält. In einem großen Theile Nordamerika's bedient man sich fast keines andern Zuckers, als des Ahornzuckers; in Unterkanada allein gewinnt man jährlich 25,000 Centner desselben. Er krystallisirt weit besser, als der Runkelrübenzucker, fast ebenso gut, als der Zucker des Zuckerrohres.

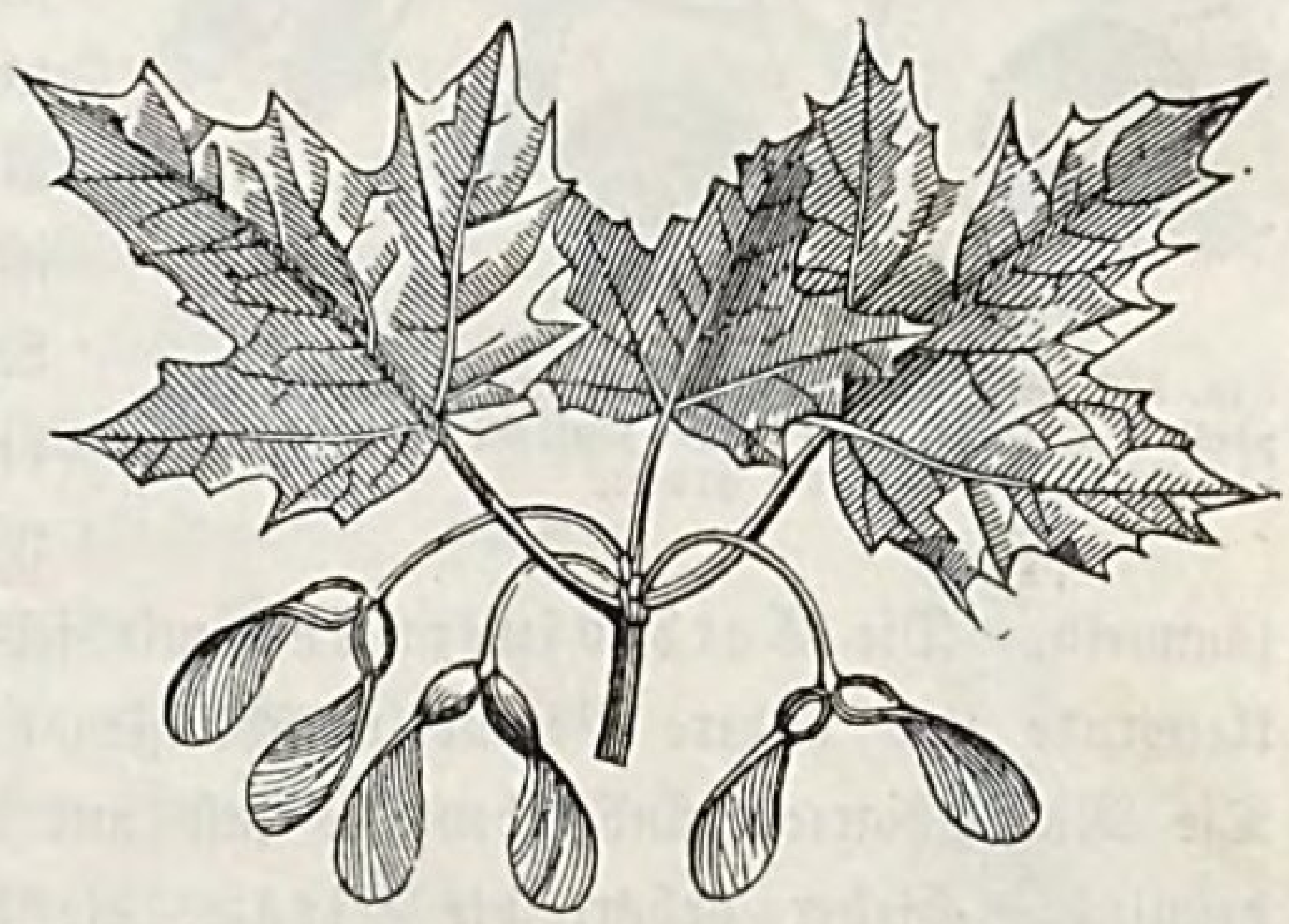


Fig. 352. Ein Zweig des Zuckerahorns (Acer saccharinum) mit Blättern und Früchten.

Die Ordnung der Ahorne umfaßt außer der Familie der Acerineen (Acerineæ), der Hippokastaneen (Hippocastaneæ), der Gerbersträucher (Coriarieæ) und der Malpighiaceen (Malpighiaceæ) auch noch die Rhizoboleen (Rhizoboleæ), Erythroxyleen (Erythroxyleæ) und Sapindaceen (Sapindaceæ). Nur von den Acerineen, welche über die ganze nördliche gemäßigte Zone verbreitet sind, finden sich einige Arten in Europa einheimisch. — Die gemeine Roßkastanie, der schönste Alleebaum, mit seiner dichtschattenden kugelförmigen Laubkrone, ist aus Asien nach Europa verpflanzt worden; mehrere andere Hippokastaneen, roth- und gelbblühende Arten des den Roßkastanien ähnlichen Geschlechtes der Pavien (Pavia),

sind aus Nordamerika zu uns verpflanzt worden und jetzt schon vielfach in Gärten und Anlagen verbreitet. — Der myrthenblätterige Gerberstrauch wächst in Südeuropa; alle andern Arten von Coriarieen gehören anderen Erdtheilen, die meisten Südamerika an. — Ebenso die Erythroxyleen, welche sich durch ein sehr festes, rothes und wegen des darin enthaltenen rothen Farbstoffes zur Färberei benutzbares Holz (peruanisches Rothholz) auszeichnen. — Die Rhizoboleen, Bäume des tropischen Amerika, welche in der Tracht den Roßkastanien ähneln, tragen eßbare, große Samen. — Die sehr artenreiche Familie der Sapindaceen gehört meist der heißen Zone an. Einige derselben tragen eßbare Früchte, wie der Litschibaum und Longanenbaum (Fig. 352, a) in China, bei welchen die Karpelle des zweifächerigen Fruchtknotens sich zu sehr zartfleischig saftigem Zellgewebe entwickeln, welches ganz dem Fruchtfleische unserer Pflaumen gleicht. Der Seifenbaum (Sapindus saponaria) in Westindien und Südamerika enthält in den Samen seiner kirschenähnlichen Früchte einen Saft, welcher ähnlich wie Seife beim Waschen von Zeugstoffen benutzt werden kann. Die südamerikanische Paullinie (Paullinia australis) hat einen ganz andern Wuchs, als die vorhin genannten Gewächse, sie ist nämlich krautartig. Die Pflanze ist berüchtigt wegen ihres giftigen Milchsaftes, dessen Gift sich sogar dem Honig mittheilt, welchen die Wespen aus ihren Blüthen sammeln. Die Cardiospermen, mit sehr langen und dünnen Stämmen, sind kletternde und andere Bäume umschlingende Sträucher Ost- und Westindiens. — Die Malpighiaceen sind ebenfalls fast nur im tropischen Amerika und Afrika einheimisch. Hieher gehört die Hiräa, die brennende Malpighie (Malpighia urens), ein Baum, dessen Blätter die Eigenschaft unserer Nesseln besitzen, und die schönen kletternden Banisterien (Banisteria), mit welchen man in unsern Treibhäusern Pfeiler und Wände so geschmackvoll bekleidet.



Fig. 352, a. Ein Zweig des Longanenbaumes (Nephelium s. Dimocarpus longan) mit Blüthen; daneben die Frucht.

Zweite Ordnung.

Die Troddelträger. Julifloræ.

Die meisten Laubbäume unserer Wälder gehören derjenigen Ordnung von Pflanzen an, welche man nach der Form ihres Blüthenstandes Troddelträger nennen kann. Diese Ordnung umfaßt eine große Zahl verschiedener Pflanzenfamilien, deren viele meistens baumartige vieljährige, andere dagegen krautartige einjährige Arten enthalten.

Die Familie der Cupuliferen (Cupuliferæ) umfaßt die Haseln (Corylus), die Eichen, die Buchen und Hainbuchen. Die Haseln (Fig. 353) heißt man

gewöhnlich Haselstauden oder Haselbüsche, weil sie nicht eigentlich baumartig wachsen, sondern ohne einen bedeutenden Hauptstamm fast nur aus Verzweigungen bestehen, welche nahe bei einander aus dem Boden hervortreten, in welchem sie auf einer geringen gemeinsamen Axe befestigt sind. Dieser Wuchs ist vollkommen entgegengesetzt dem der Tanne, indem hier die gerade Verlängerung der primären Axe frühzeitig fehlschlägt, während die Zweige um so vorherrschender sich entwickeln. Die Blüthen der Haseln zeigen sich bereits im Februar, ja die geschlossenen

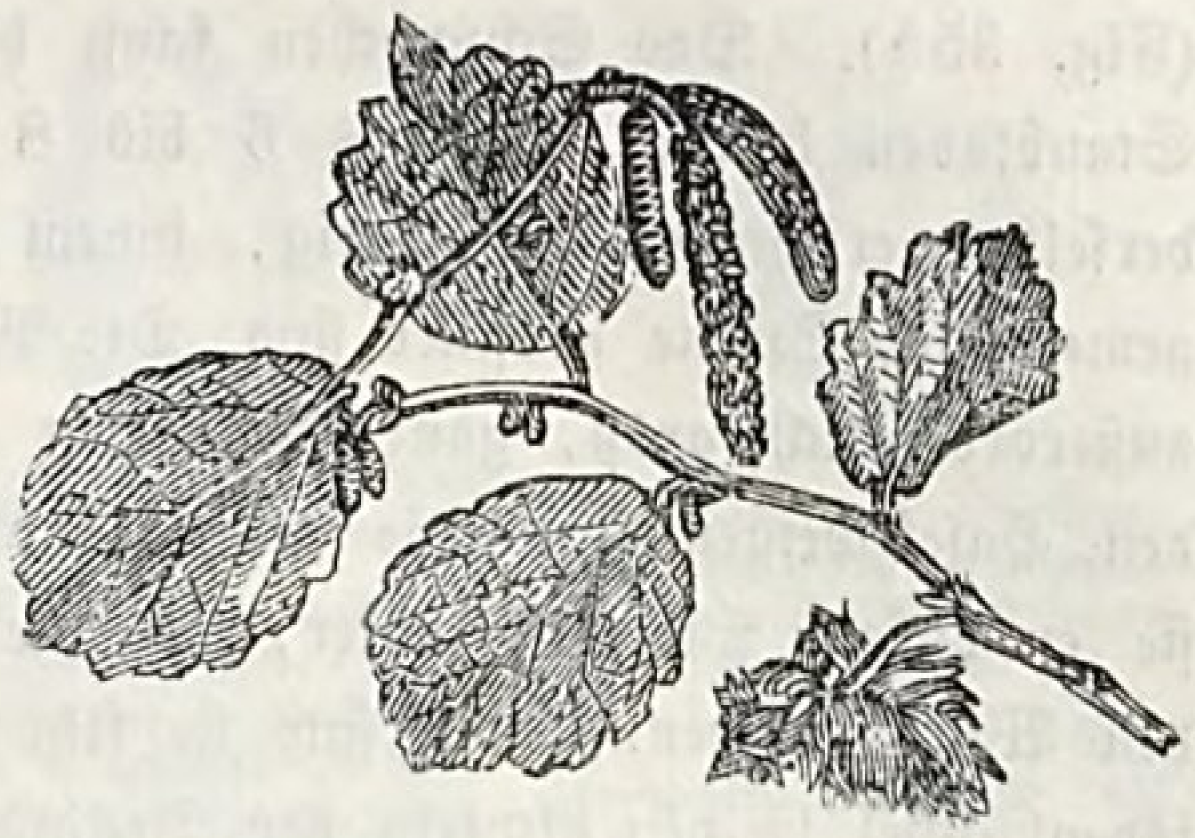


Fig. 353. Ein Zweig der gemeinen Nußhaselpflanze (Corylus avellana) mit Blättern und einem Büschel von Früchten im Julimonate. Man bemerkt in der Nähe der Blätter ganz kleine Knospen, von denen einige sich bereits deutlich als männliche Troddelchen erkennen lassen, deren Blüthe erst im folgenden Jahre eintritt. Ein blätterloses Zweiglein mit blühenden Troddeln im Januar.

Knospen derselben stehen schon den Winter hindurch an der Pflanze, an welcher man sie bereits im Sommer des vorigen Jahres neben den Früchten und Blättern hätte bemerken können (Fig. 353). Sie sind diklinisch, aber monöcisch. Die männlichen Blüthen stehen indessen mit den weiblichen nicht allein nie in einer Blüthe vereinigt, sondern sogar die ganzen Blüthenstände sind getrennten Geschlechtes. Die männlichen Blüthenstände bilden sehr ausgezeichnete Troddeln; es sind die von den Zweigen herabhangenden sogenannten Kätzchen (Fig. 354). Da die Troddeln vieler Cupuliferen und Betulaceen, sowie die der Juglandeen eine ähnliche Form haben, so nannte man darnach diese Familien zusammen auch wohl Kätzchenträger (Amentaceæ). Die Troddeln zeigen sich anfangs als kurzgestielte eiförmige Knospen, mit sehr zahlreichen, spiralig angeordneten, schuppenförmigen Blattorganen. Sie entspringen an Zweigen aus den Achseln der Blätter, und sind also selber Zweige; nicht selten aber ist ein solcher Zweig selber noch mit Zweigen versehen, so daß neben einem endständigen Troddelchen zwei seitliche stehen, deren Stielchen aus dem des ersten entspringen, oder es fehlt auch das endständige, zwischen den beiden seitenständigen, ganz, indem auch hier, wie so vielfach bei dem Wachsthume der Haseln, die gerade Fortsetzung der Axe unentwickelt bleibt. In letzterem Falle scheint das die zwei Troddelchen tragende Zweiglein sich zu gabeln. Indem allmählig die Axe des Troddelchen sich verlängert, werden die schuppenförmigen Blattorgane auseinander gerückt. In der Achsel jedes solchen Schüppchens entspringt ein äußerst geringes Zweiglein, welches in der engen Lage ganz an die obere (in natürlicher Stellung des hangenden Troddelchens freilich abwärts gekehrte) Fläche des Schüppchens anwächst, so daß es nur als eine Art Mittelrippe auf demselben erscheint, dennoch aber eine Anzahl wohl entwickelter Blattorgane, nämlich Staubfäden, trägt. Jedes solche Zweiglein mit seinem Staubfadenbüschel ist eine „männliche Blüthe", freilich ohne jede Spur von Kelch- und Kronenblättern



Fig. 354. Der troddelförmige männliche Blüthenstand—das sogenannte Kätzchen — der gemeinen Nußhasel (Corylus avellana). Nat. Gr.

(Fig. 355). Das Schüppchen kann hier ein Deckblatt heißen. Die Zahl der Staubfäden beträgt meistens 6 bis 8 in einer jeden Blüthe. Die Staubbeutel derselben erscheinen einfächerig, indem ihre beiden Fächer vereinigt und durch eine gemeinsame Spalte geöffnet sind. Die Menge der Pollenzellen in einem Kätzchen ist außerordentlich groß, ganze Wölkchen derselben verstäuben um die Blüthezeit von den Haselzweigen. — Die weiblichen Blüthenstände sind sehr unscheinbar; sie entwickeln sich weit später, als die männlichen und gleichen bis zur Blüthezeit den Winterknospen. Doch sind sie sehr kurze Troddelchen, welche statt der Staubfädenbüschel in den Achseln der Deckblätter Fruchtknoten enthalten. Aeußerlich von hornighautigen Knospendecken umhüllt, strecken sie aus diesen nur die zarten fadenförmigen, herrlich purpurrothen Griffel hervor. Eine Anzahl von Blattorganen innerhalb der Knospendecken bildet zusammengewachsen eine unregelmäßige Hülle, die sogenannte Becherhülle. Innerhalb dieser stehen mehrere Fruchtknoten, deren jeder aus zweien Karpellen gebildet und mit zweien Griffeln versehen ist (Fig. 356). Da jeder Fruchtknoten eine Axe umschließt, so ist ein jeder derselben eine „weibliche Blüthe", und die erwähnte Becherhülle ist zu erklären aus einer Verwachsung der Deckblättchen der einzelnen jener Blüthen. Durchschneidet man den Fruchtknoten, so findet man (Fig. 357) an dem Mittelsäulchen jederseits ein Samenknöspchen, dessen Ursprungspunkt bis in den oberen Winkel des Karpellarfaches hinaufgerückt ist, so daß das Knöspchen selbst gezwungen ist, niederwärts zu hangen. Doch wendet es nicht die Mikropyle abwärts, sondern es verlängert seinen Knospengrund und schiebt diesen abwärts; es hangt in Folge dessen an einem Nabelstrange, an welchem es mit seiner Seite anliegt und neben dessen Ursprungspunkte sich die Mikropyle befindet. Nach der Blüthezeit erhebt sich rings um den Fruchtknoten eine neue besondere Hülle innerhalb der vorhin erwähnten Becherhülle; dieselbe ist zu betrachten als eine Vereinigung von nachträglich entwickelten Perigonblättchen, welche bis dahin auch den weiblichen Blüthen ganz fehlten. Die Perigonhülle (Fig. 358, c) wächst bald um den Fruchtknoten empor und umschließt denselben ganz (Fig. 359), verwächst auch völlig mit den Karpellblättern und bildet verholzend die harte Schale der Haselnuß (Fig. 360, f). Die Griffel gehen frühzeitig verloren; wo sie standen, da besitzt die Nußschale später noch immer ein sehr feines, nur locker verstopftes Loch. Die Becherhülle hat sich während der Entwicklung des Samens und der Nußschale ebenfalls bedeutend vergrößert und um-

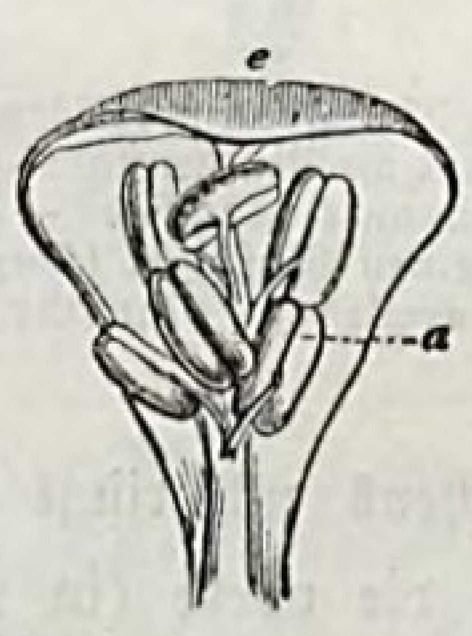


Fig. 355. Eine männliche Blüthe der Nußhasel. *

* e Ein Deckblättchen von dem troddelförmigen Blüthenstande, vergrößert; a der Büschel von Staubfäden auf einer an das Deckblättchen angewachsenen Blüthenaxe.

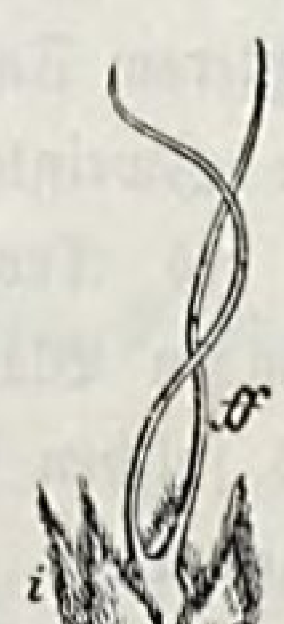


Fig. 356. Eine einzelne weibliche Haselblüthe, vergrößert. *

* ff Griffelfäden des Fruchtknotens; i Becherhülle.

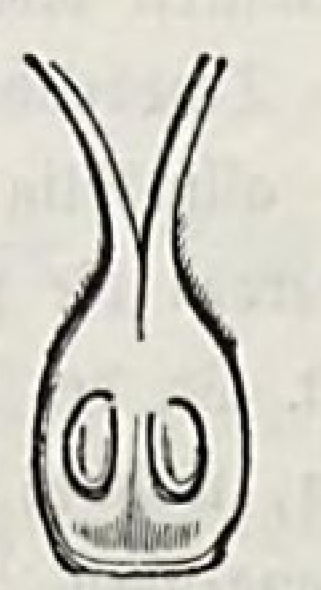


Fig. 357. Der Fruchtknoten durchschnitten, stärker vergrößert. Man bemerkt die beiden Fächer und in denselben die beiden hangenden Samenknospen.

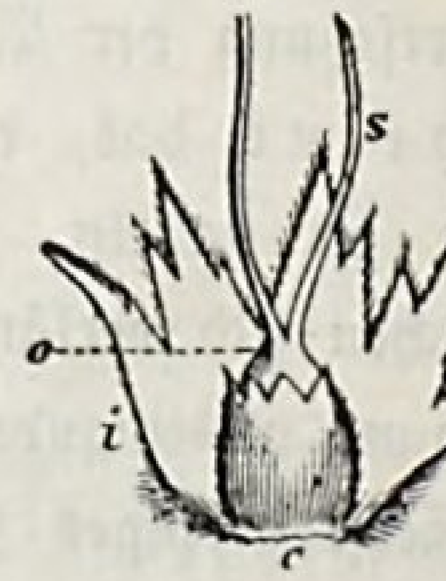


Fig. 358. Eine einzelne weibliche Blüthe nach der Befruchtung. *

* s Griffel; o Fruchtknoten; i geöffnete Becherhülle; c die innerhalb der Becherhülle sich entwickelnde Perigonhülle.



Fig. 359. Der Fruchtknoten ragt mit seinen Griffeln *s* nur noch wenig hervor aus der Perigonhülle *c*.



Fig. 360. Die halbreife Haselnuß; doppelte Gr. *

* *i* Becherhülle; *f* die Nußschale, aus der Perigonhülle gebildet.



Fig. 361. Der Samen (Nußkern) der Haselnuß. *

* Die Mikropyle ist nach oben gerichtet; *f* der Nabelstrang; *r* die Nabtlinie, in welcher der Nabelstrang an die Samenhaut gewachsen war; *c* der Nabelpunkt (Knospengrund); *n* Adern (Gefäßbündel) der Samenschale.

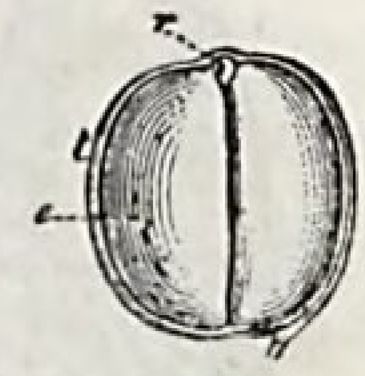


Fig. 362. Ein Nußkern, welchem man die Samendecken auf der sichtbaren Seite abgenommen hat. *

* *r* Axenorgan; *t* Samendecken, welchen auf der andern Seite noch der Nabelstrang anhangt; *e* Cotyledonen des Embryo.

gibt die Nuß als eine zerschlitzte grüne, am Grunde schwielige Decke (Fig 360, i). Die Knospendecken des Blüthenstandes sind durch die Entwicklung dieser Hülle ganz abgeworfen. In jedem Fruchtknoten entwickelt sich in der Regel nur ein Samen, durch dessen Ausbildung das andere Samenknöspchen und sogar das ganze andere Fruchtfach spurlos verschwindet. Indessen trifft man doch nicht selten zwei Samen in einer Nuß. Der Samen ist der sogenannte Kern der Nuß. Derselbe besitzt eine äußere bräunliche und eine innere weiße, sehr zarte hautartige Samenschale, entstanden aus den beiden Decken des Samenknöspchens. Oeffnet man die Nuß von der Spitze her, so bemerkt man neben der Mikropylenspitze des Samens einen faserigen Strang, welcher innerlich an das, als eine zunderige braune Schicht die Nuß auskleidende, Fruchtknotengewebe befestigt ist. Versucht man vorsichtig den Samenkern wegzunehmen, so reißt dieser Strang an der Seite desselben herunter bis zu einem der Mikropyle gerade entgegengesetzten Punkte, wo er abreißt. Es ist dieser Strang der Nabelstrang des Samenknöspchens. Oft reißt der Strang am Knospengrunde eher ab, als an der Mikropyle (Fig. 361). Die Samenschale, an welcher man Gefäßbündel vom Knospengrunde aufsteigen sieht, wird gänzlich ausgefüllt von dem Embryo, dessen zwei Cotyledone der Theil der Nuß sind, welchen man seines Wohlgeschmacks wegen ißt. Zwischen beiden befindet sich unter der Mikropyle das äußerst kleine Axenorgan, aus welchem sie selber hervorgewachsen sind, mit seinem Keimungsknöspchen (Fig. 362).

Bei den Eichen (Fig. 363) sind die männlichen Troddelchen denen der Haseln wenig ähnlich. An der fadenförmigen, sehr schlaff herabhangenden Axe des Blüthenstandes stehen in vereinzelten Häufchen sehr kleine Blüthenaxen mit einer Anzahl feiner und schmaler Perigonblättchen und Staubfäden, welche letztere deutlich zweifächerige Antheren tragen. Die weiblichen Troddelchen besitzen zwei Knospendecken und innerhalb dieser eine Menge von Deckblättchen (Becherblättchen) an einer Axe, auf deren Spitze ein Fruchtknoten steht. Letzterer ist dreifächerig, und sein kurzer Griffel endigt in drei Narben. In jedem Fache

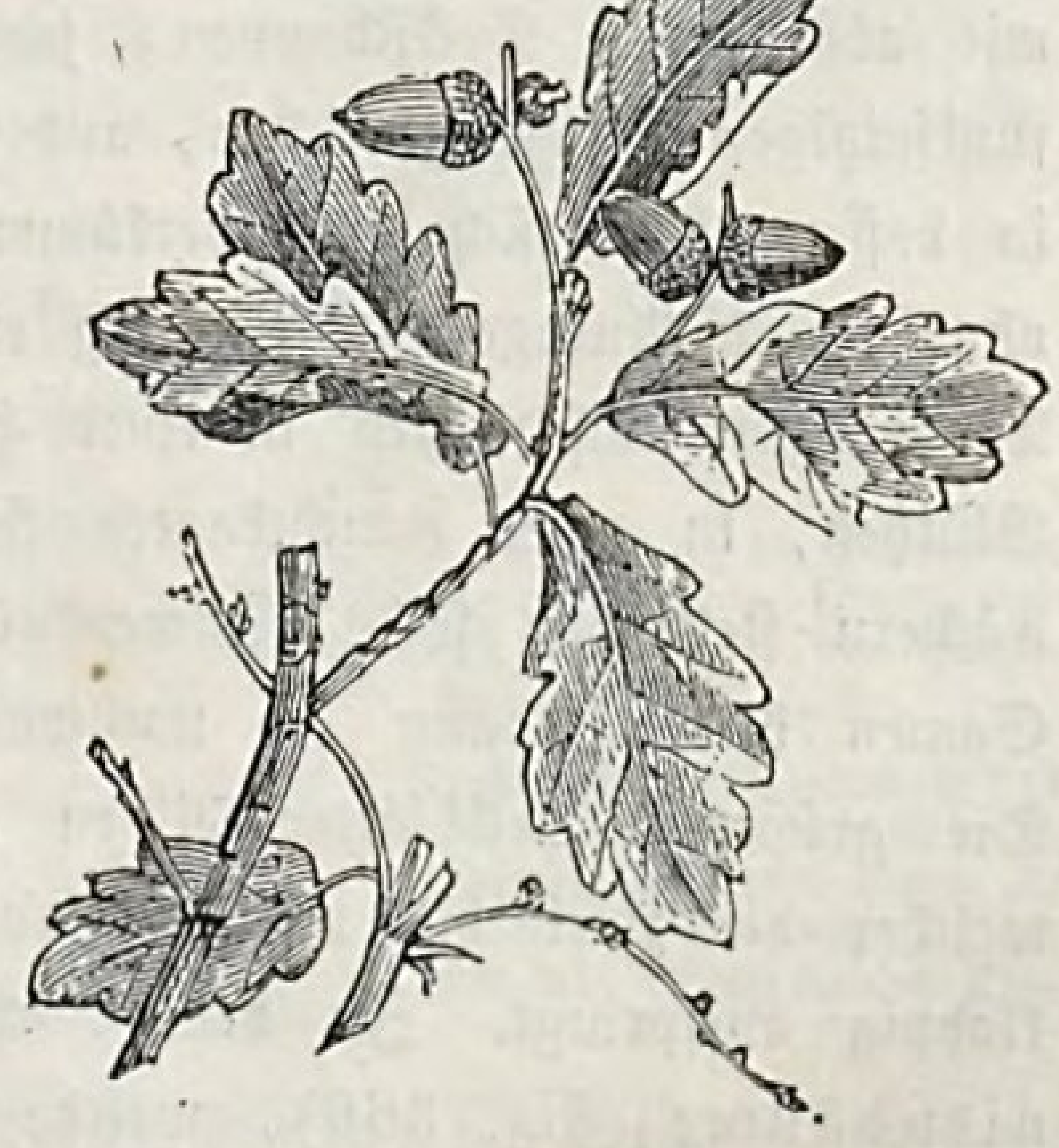


Fig 363. Zweige der Steineiche (Quercus robur), mit fadenförmigen männlichen Blüthentroddeln und mit Eicheln.



Fig. 364. Eine Eichel. *

* c Der Becher, welcher durch die Verwachsung einer großen Menge von Deckblättchen gebildet ist, deren unverbundene und spiralförmig geordnete Spitzen man sieht. Auf der Spitze der Nuß bemerkt man Spuren von den Spitzen der Perigonhülle, aus welcher die lederartige Schale gebildet ist.



Fig. 366. Ein Zweig der Kastanienbuche (Fagus castanea) mit Blüthentrobbeln.

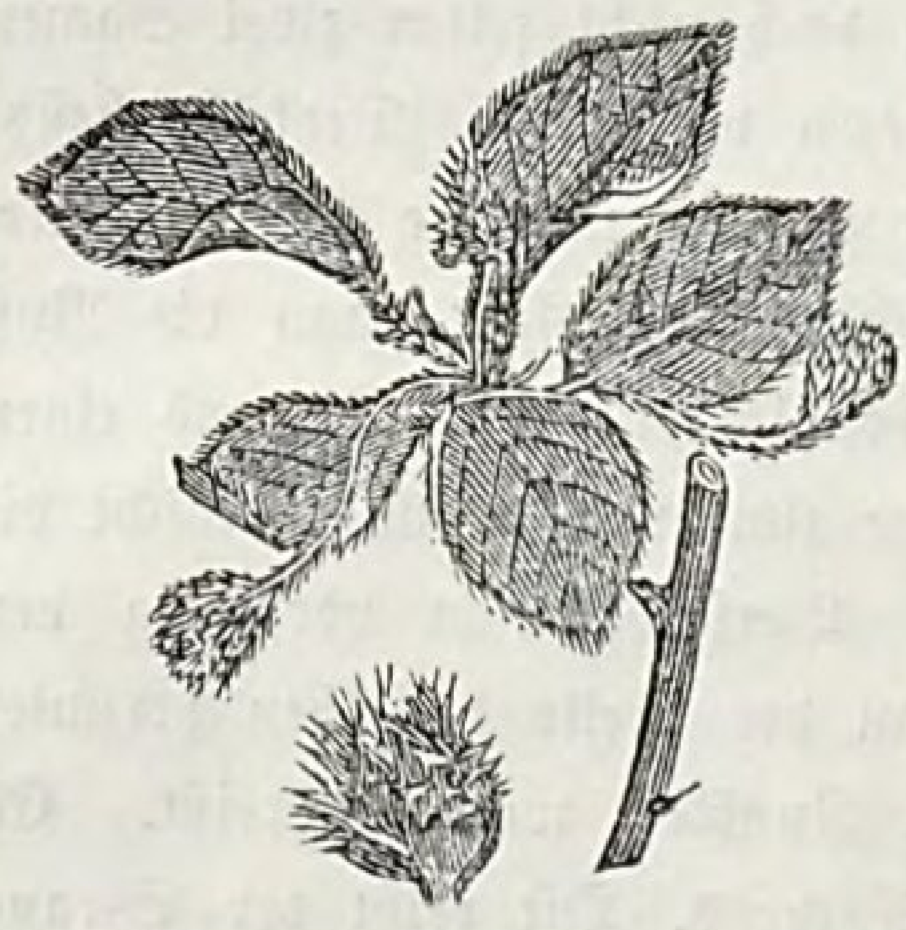


Fig. 365. Ein Zweig der Waldbuche (Fagus sylvatica) mit Blüthentrobbeln, nebst einem reifenden Fruchtstande in seiner stachligen Becherhülle.

befinden sich ursprünglich zwei Samenknospen, jedoch bildet sich von allen meistens nur ein einziger Same aus. Um den Fruchtknoten wächst die nachträglich entwickelte Perigonhülle empor und verschmilzt mit den Karpellen völlig zu der lederartigen Nußschale der Eichel. Die zahlreichen Deckblättchen verwachsen zusammen zu einem napfförmigen Becher (cupula, daher der Name der Familie: Cupuliferen), welcher die Eichelnuß nur höchstens bis zur Hälfte umschließt und deutlich die Spuren der spiralig angeordneten kurzen und dicken Deckblätter erkennen läßt (Fig. 364). Die Nuß fällt bei der Reife aus diesem Napfe heraus. Der Embryo, welcher die Eichelnuß gänzlich ausfüllt und nur von einer dünnen Samenhaut umgeben ist, hat mit dem der Haselnuß die größte Aehnlichkeit.

Die Buchen (Fig. 365) tragen kurze quastenförmige männliche Troddelchen, mit abfallenden Deckschuppen; jede männliche Blüthe besteht aus einem grünen fünfspitzigen Perigonglöckchen, aus welchem zahlreiche Staubfäden hervorhangen und in dessen Mitte sich eine verkümmerte Fortsetzung der Blüthenaxe bemerken läßt, ohne jedoch Anlage zur Bildung eines Fruchtknotens zu zeigen. Die weiblichen Troddelchen umschließen in einer Hülle von einigen größeren Deckblättern mehrere Blüthen, in deren Fruchtknoten sich auch hier meistens nur je eins der in drei Fächern stehenden sechs Samenknöspchen zu einem Samen ausbildet. Um jeden Samen bildet sodann die nachwachsende Perigonhülle eine lederartige Nußschale. Die größeren Deckblätter bilden einen drei- bis vierspaltigen stacheligen Becher, welcher die zwei bis vier dreikantigen Nüsse ganz umschließt und bei der Reife klappig aufspringt. Zu dem Buchengeschlechte gehören auch die ächten Kastanienbäume (Fig. 366), welche mit den Roßkastanien nichts gemeinsam haben, als die Aehnlichkeit der Frucht, deren Entwicklungsweise jedoch hier auch eine ganz andere ist, als bei jenen. Die männlichen Troddeln sind denen der Eiche ähnlich,

indem die Blüthen in entfernten Gruppen an der fadenförmigen Axe des Blüthenstandes sitzen. Bei den weiblichen Blüthen ist die Perigonhülle hier schon zur Blüthezeit ausgebildet und umschließt den Fruchtknoten als ein fünfspaltiges enges Glöckchen. Innerhalb einer kugeligen stachligen Becherhülle, welche ganz der aus den Karpellen der Roßkastanie gebildeten Fruchthülle gleicht, entwickeln sich mehrere Nüsse, ganz den Roßkastaniensamen ähnlich, mit lederartiger Nußschale.

Die männlichen Troddeln der Hainbuche (Carpinus betulus) ähneln denen der Haseln, die weiblichen dagegen tragen an einer ebenfalls ziemlich langgestreckten Axe die Blüthen in den Achseln dreilappiger Deckblätter, welche die Nüßchen später nicht becherförmig umschließen, sondern als Blätter von besonderer Form unter denselben sich ausbilden.

Die Blätter der Cupuliferen haben stets einen mehr oder weniger langen Stiel, welcher auf der Oberseite flach, etwas rinnenartig ist. Eine blattartige Ausbreitung, ein Phyllodium, am untern Theile desselben bemerkt man nicht, wenn das Blatt entwickelt ist. Beobachtet man aber die Knospen dieser Gewächse zu der Zeit, wo sie ausschlagen, so sieht man deutlich, daß ein Paar schuppenförmige Seitenlappen von hautiger Beschaffenheit an dem Stiele jedes sich entwickelnden Blattes stehen. Diese Schuppen sind Nebenblätter; sie gleichen ganz den Knospendecken, und letztere sind in der That Phyllodien, deren Mittelrippe ebenso wie der eigentliche Blatttheil ganz unentwickelt blieb. Man könnte sagen, jede Knospendecke der Winterknospe sei zu vergleichen zweien mit ihren inneren Rändern verwachsenen Nebenblättern. Die Nebenblätter der sich wirklich entwickelnden Frühlingsblätter werden, da sie noch während der Entwicklung der Blätter abfallen, Ausschlagsschuppen genannt. Die Hainbuchen zeigen diese Schuppen im April besonders ausgezeichnet deutlich. Man erkennt ihre Bedeutung am besten durch Vergleichung mit einem Blatte, an welchem der untere Theil des Blattstieles eine scheidenartige Rinne und an dem Saume der letzteren getrennte oder zusammengewachsene Nebenblätter besitzt, wie dieses bei einigen Monocotyledoneen (Fig. 367) gefunden wird.

Die Blattstiele mehrerer Cupuliferen bieten ein Beispiel des völligen Mangels einer Abgliederung und Narbenbildung an ihrem Befestigungspunkte dar. So finden wir die Eichen, die Hainbuchen u. s. w. im Winter mit verdorrtem Laube bedeckt, weil die Blätter sich nicht leicht ablösen können, während sie bei den Roßkastanien-, Ahorn- und Wallnußbäumen abfallen, bevor sie abgestorben sind. Wir kennen nicht die Ursache des Absterbens der Blätter, so allgemein auch die Erscheinung des herbstlichen Laubfalles in unseren Gegenden ist. Daß nicht die Kälte die Ursache desselben ist, ergibt sich einestheils daraus, daß so viele Pflanzen ihre Blätter vor dem Eintritte der Kälte abwerfen, während andere, wie die Coniferen größtentheils, wie das Singrün unserer Wälder und Gärten, die ihrigen ungestört durch mehrere Winter hindurch behalten. Es ist mit den chemischen Prozessen, welche fortwährend in den Blättern vorgehen, eine allmählige Veränderung der Eigen-



Fig. 367. Ein Blatt der monocotyledonischen Houttuynie (Houttuynia cordata) aus der Familie der Callaceen (Seite 801). *

* r Axenorgan, an welchem das Blatt entsprungen ist; f Blattspreite; s zwei Nebenblätter, mit ihren inneren Rändern zusammengewachsen und so eine Art Blatthäutchen darstellend.

schaften dieser wichtigen Organe verbunden, welche ihrer eigenen Existenz ein Ziel setzt. Wie die Farbe der Blätter mit dem Fortschritte ihrer Entwicklung die auffallendsten Veränderungen erleidet, deren Ursache der Veränderung der chemischen Vorgänge im Innern des Blattes zugeschrieben werden muß, so bezeichnen solche Farbenveränderungen auch nach der Erreichung der höchsten Entwicklungsstufe weitere Umänderungen im Blatte, welche endlich mit dem Beginne der Fäulniß der Säfte endigen. Bemerkt man einerseits in den Zellen der jungen Blättchen im Frühlinge blaue, violette, rothe, orangefarbige, gelbe Säfte, durch welche entweder eine reine derartige Färbung des ganzen Blattes oder eines Theiles desselben, oder aber eine entsprechende eigenthümliche Nüancirung der grünen Farbe, wenn diese in den meisten Zellen vorherrscht, hervorgerufen wird, bis endlich die volle gesättigte Farbe des Sommers eintritt, so geht letztere andererseits im Herbste wieder in die nämlichen Nüancirungen des Grün und in Gelb, Orange, Roth, Violett und Blau über, wobei freilich oft schon früher, aber endlich gewiß, die braune Moderfarbe der Fäulniß sich einstellt. Leider weiß man bis jetzt über die chemischen Ursachen dieser Färbungen sehr wenig. Dieselben sind offenbar ein Ausdruck des Lebensganges, welcher in jedem Blatte so gut seine bestimmten Wege und Grenzen hat, wie in jedem Organismus. Daß die Temperaturverhältnisse der Jahreszeiten, besonders aber auch die unserer Wahrnehmung fast unmerklich veränderte Beschaffenheit des Gasgemenges, welches wir atmosphärische Luft nennen, von größtem Einflusse auf diesen Lebensgang sind, ist unbezweifelbar; allein es wäre ebenso sehr irrig, eine so zerstörende Ursache, wie den Frost der Herbstnächte, für die regelmäßige Ursache des Herbstlaubfalles halten zu wollen, wie es lächerlich sein würde, das Wasser für die Ursache des Todes der Thiere zu halten, weil viele Thiere im Wasser sterben. In den tropischen Gegenden gibt es ebenso gut, wie bei uns, Pflanzen, deren Laub nur einige Monate dauert, und es ist bei vielen gerade der Eintritt der heißeren Jahreszeit, welcher den Laubfall hervorruft. Viele Bäume dagegen bleiben dort, wie die Tannen bei uns, immergrün, indem die Lebenszeit eines jeden Blattes in der Regel so lang ist, daß mehrere Generationen von Blättern zu gleicher Zeit auf dem Baume stehen und bei allmähligem Abfalle der ältesten somit doch nie Kahlheit eintreten kann. So finden sich in der heißen Zone immergrüne Eichen — freilich andere Gattungen, als unsere einheimischen, deren Blätter eine ganz abweichende Beschaffenheit haben und durch eine lederartige Festigkeit und dicke Firnißdecke einerseits den Blättern des auch bei uns immergrünen Sinngrün, sowie der Orangenbäume und Camellien ähnlich, andererseits den Nadelblättern der Coniferen vergleichbar sind.

Ein merkwürdiges Beispiel abweichender Färbung bietet eine Abart der gemeinen Waldbuche dar, die sogenannte Blutbuche (Fagus sylvatica varietas sanguinea), deren Blätter die dunkle Farbe des geronnenen Blutes besitzen. Man findet in den Zellen dieser Blätter dem Chlorophyll ähnliche Körner, aber von rother Farbe, ganz wie diese auch in den rothen Rüben gefunden werden.

Die Samen aller Cupuliferen sind durch die große Menge von Stärkemehl und fettem Oele, welche in abwechselnden Verhältnissen in den Cotyledonen ihrer Embryonen angehäuft sind, ausgezeichnet, besonders die Nüsse, deren Oel zu den trocknenden Oelen gehört. Dasselbe gilt auch von der folgenden Familie.

Die Familie der **Juglandeen** oder **Walnußgewächse** (Juglandeae), welche mehrere der schönsten Bäume enthält (Fig. 368), ist in Europa nur durch den ursprünglich aus Persien stammenden **Walnußbaum** (Fig. 368, a) vertreten. Die männlichen Troddeln tragen sehr zahlreiche Blüthen mit einer Anzahl sehr kleiner zusammengewachsener Perigonblättchen, die an ein Deckblättchen angewachsen sind, und sehr vielen Staubfäden; von letzteren enthält eine Blüthe oft mehr als dreißig. Die weiblichen Troddeln sind, wie bei den Haseln, sehr kurz und enthalten nur zwei bis drei Blüthen. Jede Blüthe besteht aus einem Fruchtknoten mit einer angewachsenen Perigonhülle, zwischen deren vier Spitzen der Griffel mit seinen zwei Narben hervortritt. Eine Becherhülle, aus vier Deckblättchen bestehend, ist während der Blüthezeit zwar vorhanden, geht hier aber, wie die Knospendecken, später verloren. Der Fruchtknoten ist aus zweien Karpellen gebildet, in deren gemeinsamer Achsel die Blüthenaxe mit einer einzigen Samenknospe endigt. Letztere, deren Entwicklung bei dieser Pflanze vorzugsweise leicht zu beobachten ist, besteht hier, wie bei den Eibenbäumen, nur aus dem Knospenkerne und **einer einzigen** Samendecke (Fig. 369). Aus dieser Samenknospe entwickelt sich der bekannte Kern der Walnuß, welcher nur aus dem mit einer dünnen Haut bedeckten



Fig. 368, *a*. Ein Zweig des Walnußbaumes (**Juglans regia**) mit männlichem und weiblichem Blüthenstande.



Fig. 369. Vergrößerte Darstellung der Entwicklung des Samenknöspchens im Fruchtknoten des Walnußbaumes. *

* 1 Der Knospenkern *n*, um welchen sich die Samendecke *t* zur Hälfte erhoben hat; 2 die Samendecke bildet um den Knospenkern die Mikropyle.



Fig. 368. Der Hickory oder nordamerikanische Walnußbaum (**Juglans alba**).

Embryo besteht. Dieser Embryo besitzt zwei sehr große Cotyledonen mit ausgebreiteten und neben dem Axenorgane niedergezogenen runzeligen Lappen. Die beiden Karpelle bilden die innere Auskleidung der steinharten und deutlich aus zwei bis vier Blättern bestehenden Nußschale, sowie die von dieser Schale vorspringenden

und den Embryo zur Annahme einer so tieffaltig runzeligen Form zwingenden Scheidewandleisten. Die Steinschale selbst ist vor der Reife der Nuß deutlich als die innere Schicht der mit den Karpellen verwachsenen Perigonhüllblätter zu erkennen, zeichnet sich jedoch früh durch knorpelige Härte aus, indem ihre Zellen durch zahlreiche Lagen von Cellulose sich ganz ausfüllen, während dagegen die äußere Schicht der Perigonhülle minder hart wird, dagegen noch fortfahren kann, sich durch Zellenvermehrung auszudehnen, nachdem die Zellen der inneren Schicht schon jede Vermehrungsfähigkeit verloren haben. So muß die äußere Schicht sich von der inneren ablösen; sie bildet die grünen sogenannten Leifen, innerhalb deren die Nuß zuletzt ganz beweglich liegt. Die Leifen springen zuletzt zwei- bis vierklappig auf und geben dadurch ihre Entstehung aus einem vier Blättern entsprechenden Perigon zu erkennen.

Die Blätter des Walnußbaumes (Fig. 368) zeichnen sich vor den Blättern aller Pflanzen aus, welche wir bislang einer nähern Betrachtung unterwarfen. Bei den Ahornen sahen wir die Ausbreitung des Parenchymgewebes zwischen den Hauptrippen des Blattes sich ein wenig zurückziehen, so daß der Rand des Blattes zwischen den Spitzen der Hauptrippen hohle Einbiegungen oder Ausschnitte darstellte. Bei den Roßkastanienblättern erschien das Blatt handförmig, gleichsam in eine Anzahl von Blättern getheilt, welche nur an ihrem gemeinsamen Stiele zusammenhangen, wie die Finger an der Hand. Bei dem Walnußbaume besitzt jedes Blatt eine Hauptmittelrippe, welche die gerade Fortsetzung des Blattstieles ist und welche an ihrem Ende einen Saum von Parenchym trägt, der einem einfachen Blatte von länglich eiförmigem Umrisse gleicht, während zu beiden Seiten der Hauptmittelrippe jederseits vier Nebenmittelrippen fast in rechtem Winkel abgehen, welche selber auch an ihrem Ende einen Saum von Parenchym tragen und jenem vorhin erwähnten Blatte am Ende der Hauptmittelrippe ganz ähnlich sind. Das ganze Walnußbaumblatt sieht daher aus wie ein langer Blattstiel, welcher in ein Blatt endigt, während an seinen Seiten je vier eben solcher Blätter stehen. Dennoch aber ist diese ganze Blättergruppe nur ein Blatt, was sich leicht durch die Entwicklungsweise entdecken und auch durch das zusammenhangend gemeinsame Abfallen durch die Gliederung des Hauptblattstieles schon vermuthen läßt. Das Parenchym der Blattspreite ist nicht genügend entwickelt, um eine gemeinsame große Blattfläche zu bilden, sondern um das Ende der Hauptrippe und um die Nebenrippen entwickelten sich nur geringere besondere Blattspreiten. Man nennt ein solches Blatt zusammengesetzt, und, weil die einzelnen Blattspreiten zu beiden Seiten der Mittelrippe stehen, wie die Bärte an einer Feder, gefiedert. — Die Blätter des Walnußbaumes sind an ihrem Befestigungspunkte, wo der Hauptstiel ziemlich breit rinnenförmig ist, stark abgegliedert. In der Achsel eines solchen Blattes entspringen nicht selten mehrere Achselknospen über einander, indem das Parenchym des Markstrahles, welcher über dem Hauptgefäßbündel des Blattes hier das Fasergewebe unterbricht, in mehreren Partieen hervorwächst (Fig. 370). Die unteren Knospen pflegen in diesem Falle geringer zu sein, als die oberen, welche letztere sich oft allein entwickeln. Bei anderen Pflanzen finden wir mitunter das umgekehrte Verhältniß.

Die Familie der Birkengewächse (Betulaceae) enthält die Birken (Fig. 371) und Erlen oder Ellern (Fig. 372). Diese ähneln in ihren männlichen Trod-

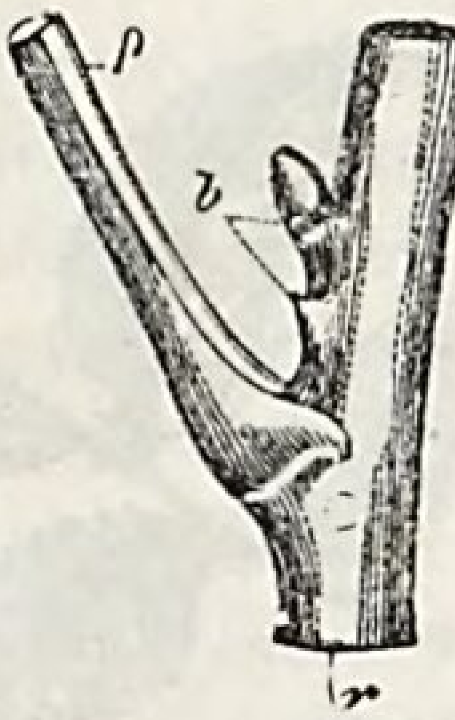


Fig. 370. Ein Zweig des Walnußbaumes (Juglans regia) mit Nebenknospenbildung. *

* r Zweigaxe; p Blattstiel, an seinem unteren Theile rinnenartig und abgegliedert; b zwei Achselknospen über einander; die untere ist die Hauptachselknospe, hier aber die kleinere; die obere ist die Nebenknospe, hier aber die entwickeltere.

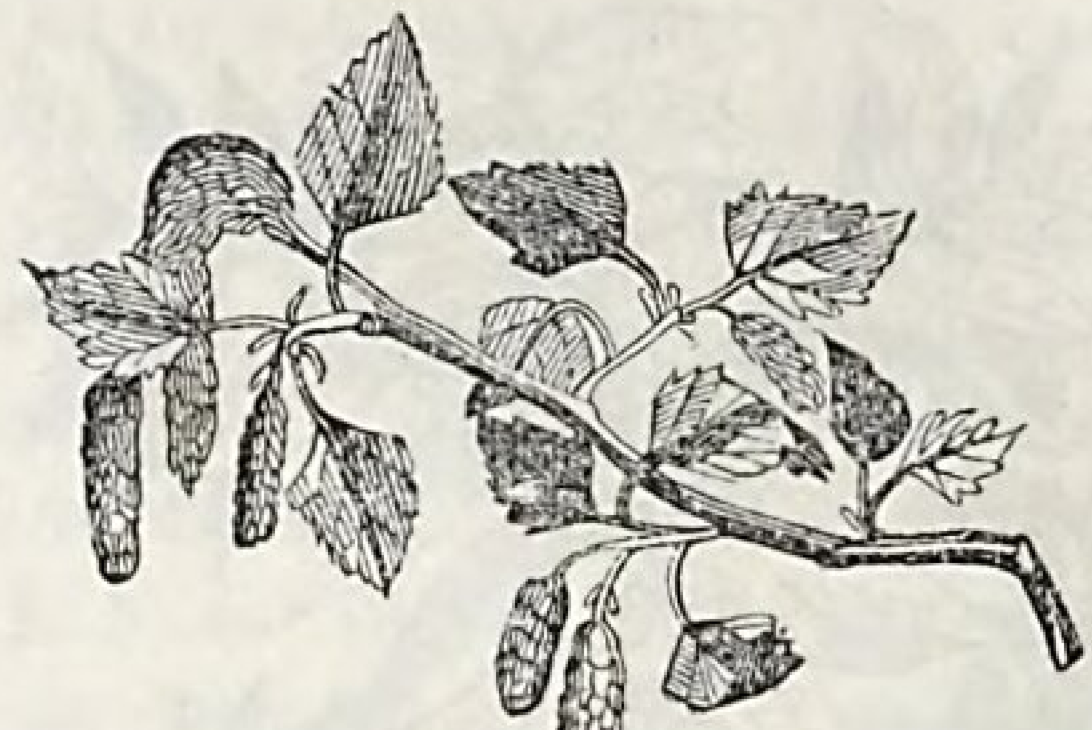


Fig. 371. Ein Zweig mit Blüthentroddeln von der gemeinen Birke oder Weißbirke (Betula alba).



a b

Fig. 372. Zweige der gemeinen Erle oder Schwarzbirke (Alnus glutinosa s. Betula alnus); a mit Blättern; b mit abgeblühten männlichen Troddeln und Fruchttroddeln, sowie jungen Troddeln für das nächste Jahr.

deln, welche schon im Herbste erscheinen, den Haseln in hohem Grade und besitzen außerdem auch sehr deutlich troddelförmige, bei der Erle ebenfalls schon im Herbste, bei der Birke aber erst im Frühling erscheinende weibliche Blüthenstände. Die Hauptaxe dieser Troddeln trägt ohne Deckblättchen kleine Seitenaxen, welche letztere nahe über ihrem Ursprunge ein Deckblättchen und über diesem drei noch kleinere, an das Deckblättchen angewachsene Axen tragen. Die letzterwähnten, äußerst kleinen Axen tragen in den männlichen Blüthenständen jede einige sehr geringe Perigonblättchen, welche an das größere Deckblättchen angewachsen sind, und einige Staubfäden. Die drei kleinen Axen der weiblichen Blüthenstände tragen, ohne Spur von Perigonblättchen, jede einen zweifächerigen Fruchtknoten mit zweien Griffeln. Bei den Birken fallen die Deckblätter nach der Blüthezeit ab und die Fruchtknoten bilden sich zu kleinen, meistens einsamigen Früchten mit einem Flügelsaume aus. Bei den Erlen aber bleiben die Deckblätter nicht nur ausdauernd bis zur Samenreife, sondern sie bilden, mit den an sie angewachsenen Fruchtaxen verholzend, einen kleinen eiförmigen Zapfen, dem der Coniferen im Kleinen ähnlich. Man findet oft Erlen, in deren Fruchtknoten Insekten ihre Eier legten, und an deren weiblichen Troddeln sich in Folge dessen die Deckblättchen zu deutlichen, aber verkrüppelten und theilweise rothfarbigen Laubblättern ausgebildet haben. — Die Knospen und Blätter der Erlen schwitzen ein klebriges Gemenge von Harz und Wachs aus.

Die Familie der Gagelgewächse oder Myriceen (Myriceae), welche im Allgemeinen mit den vorigen sehr viele Aehnlichkeit haben, umfaßt einestheils den in unsern Torfsümpfen sehr gemeinen Gagelstrauch (Myrica gale), welcher durch ein ätherisches, harzbildendes Oel seiner Blätter stark und betäubend riecht und mitunter als betrügerischer Zusatz zum Biere gegeben wird, um den Hopfen zu ersetzen und das Getränk berauschend, oder vielmehr betäubend zu machen, andererseits die verwandten Wachsgagelsträucher Nordamerika's (Fig. 373). Letztere



Fig. 373. Ein Zweig des virginischen Wachsgagelstrauches (Myrica cerifera) mit Blüthentroddeln und Fruchttroddeln, welche aufrecht stehen.

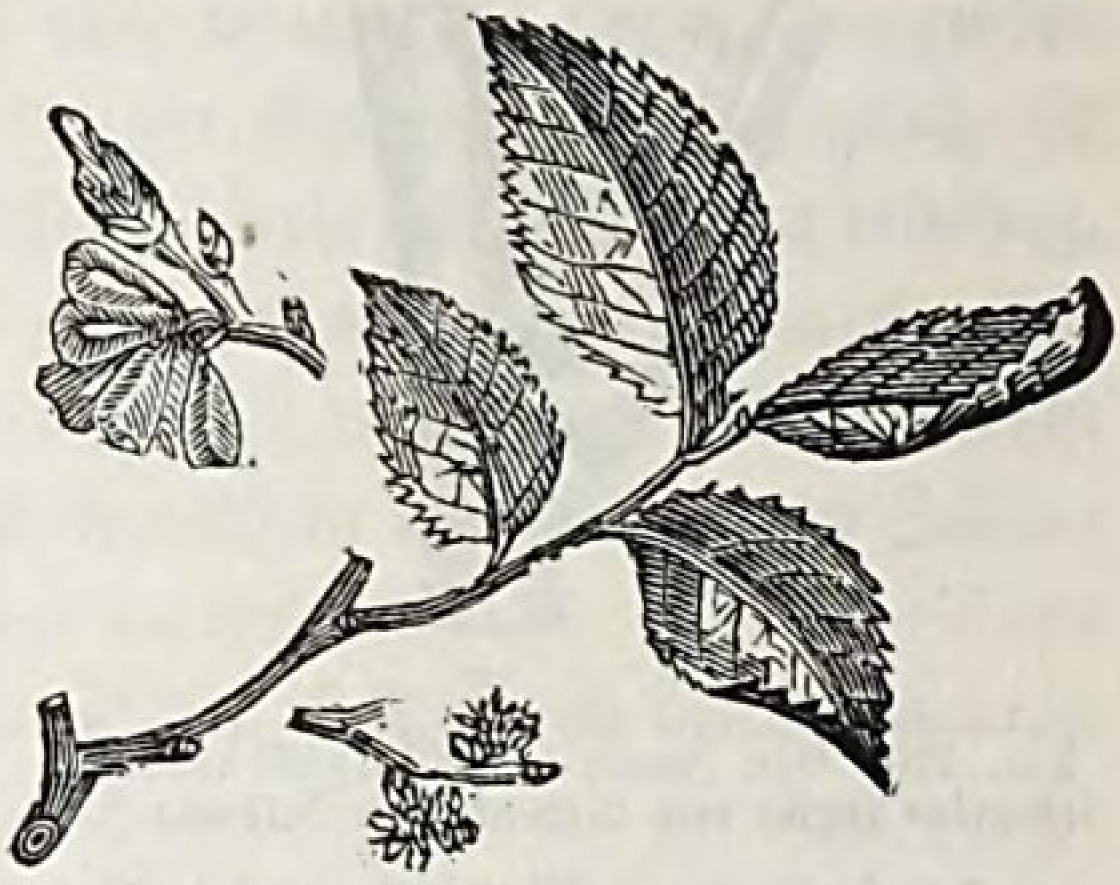


Fig. 374. Ein Zweig der Feldulme oder Rüster (Ulmus campestris). Unten ein Zweiglein mit Blüthentroddeln, welche vor den Blättern im März erscheinen; oben ein Zweiglein mit Flügelfrüchten.

sondern eine sehr reichliche Menge von Wachs aus allen ihren Theilen, besonders aber aus den Fruchttroddeln, in welchen es die beerenartigen Früchte dick überzieht. Dieses Wachs ist sehr wohlriechend, da es mit ätherischem Oele durchdrungen ist, übrigens spröder als Bienenwachs, eine Eigenschaft, welche damit zusammenhangt, daß das Bienenwachs aus 70 Theilen Cerin und 30 Theilen Myricin, das Gagelwachs (cera myricea) dagegen aus 87 Theilen Cerin und 13 Theilen Myricin besteht. Das Cerin besteht, den neuesten chemischen Untersuchungen zufolge, aus einer eigenthümlichen Säure, der Cerotinsäure ($C^{54} H^{53} O^{3} + HO$), und einem organischen Oxyde, dem Cerotin ($C^{54} H^{56} O^{2}$), das Myricin dagegen aus Margarin- oder Palmitinsäure ($C^{32} H^{31} O^{3}$) und Melissin ($C^{60} H^{62} O^{2}$). Aus dem Myricin- oder Gagelwachse fabrizirt man in Nordamerika Kerzen, und der Strauch ist dieses Produktes wegen in neuerer Zeit auch in Europa versuchsweise angepflanzt worden.

Die Familie der Keulenbäume oder Kasuarinen (Casuarinae), welche ganz ausschließlich auf Neuholland und die benachbarten Inseln beschränkt ist, trägt in hohem Grade zu der Seltsamkeit der Natur dieses Erdtheiles bei. Diese Pflanzen haben nämlich den Wuchs der Equisetaceen und wahrscheinlich auch eine ähnliche Entwicklung ihrer scheinbar fast blattlosen, nur mit Scheiden umgebenen, knotiggegliederten und mit Quirlen von Aesten versehenen Axen. Ihre Blüthen sind Troddeln, welche aufrecht stehen, und die Fruchtstände den Coniferenzapfen sehr ähnlich.

Die Familie der Ulmen (Ulmaceae) begreift hauptsächlich die schönen Ulm- oder Rüsterbäume (Fig. 374), deren Blüthen zwitterig sind und in büschelförmigen Troddeln aus den Seitenknospen der Zweige entspringen. Jede Blüthe besitzt ein ganz unscheinbares Perigon mit fünf glockenförmig vereinigten Blättchen, und enthält eine Anzahl Staubfäden, und in der Mitte einen aus zwei Karpellen gebildeten und mit einem zweinarbigen Griffel versehenen Fruchtknoten. Aehnlich wie bei den Hiräen (Fig. 251, b) unter den Ahorngewächsen, bildet sich von den zusammengefügten Rändern der Karpelle aus ein Flügelsaum um die Frucht, und hier, wie dort, trennen sich die beiden Karpelle dieser Art von Flügelfrüchten bei

der Reife nicht, sondern sie werden erst bei der Keimung zerstört. Der Same, ein einziger in jeder Frucht, enthält nur einen Embryo, und dieser trägt ausgezeichnet deutlich blattartige Cotyledonen, welche jedoch, ähnlich wie bei den Walnüssen, zu beiden Seiten des Axenorgans geöhrt, d. h. niederwärts gezogen sind (Fig. 375). — Die Blätter der Ulme (Fig. 376) sind eigenthümlich schief, indem der Saum der Blattspreite an der einen Seite der Mittelrippe tiefer zum Stiele hinabgeht, als an der andern. Sie sind am Rande doppeltgesägt, d. h. mit sägezahnartigen Spitzen versehen, in deren jeder eine Seitenrippe endigt, und deren Rand selber mit kleineren ähnlichen Spitzen gezähnt ist. Die Blattflächen sind, wie dieses auch bei den Haseln und vielen andern Pflanzen der Fall ist, mit feinen steifen Haaren besetzt, welche man weniger mit dem Auge, als vielmehr mit dem Gefühl durch eine merkliche Rauhigkeit wahrnimmt.

Die Familie der Celtideen (Celtideae) unterscheidet sich von den Ulmaceen wesentlich nur dadurch, daß die Blüthen bei denselben diöcisch sind. Es gehört dahin der Zürgelbaum oder Nesselbaum (Celtis australis) in Tyrol und in Südeuropa.

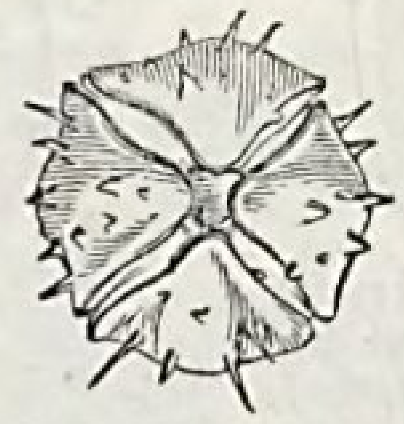


Fig. 377. Eine Knospe der männlichen Blüthe der kleinen Brennnessel (Urtica urens), von oben gesehen; 10fach vergrößert.

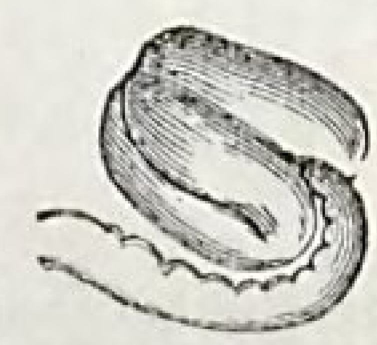


Fig. 378. Ein Staubfaden aus derselben Blüthe in zusammengekrümmter Lage; 25fach vergrößert.



Fig. 375. Der Embryo einer Ulme (Ulmus campestris), wenig vergrößert. *

* r Axenorgan; c Cotyledon; oo die Oehrchen desselben.

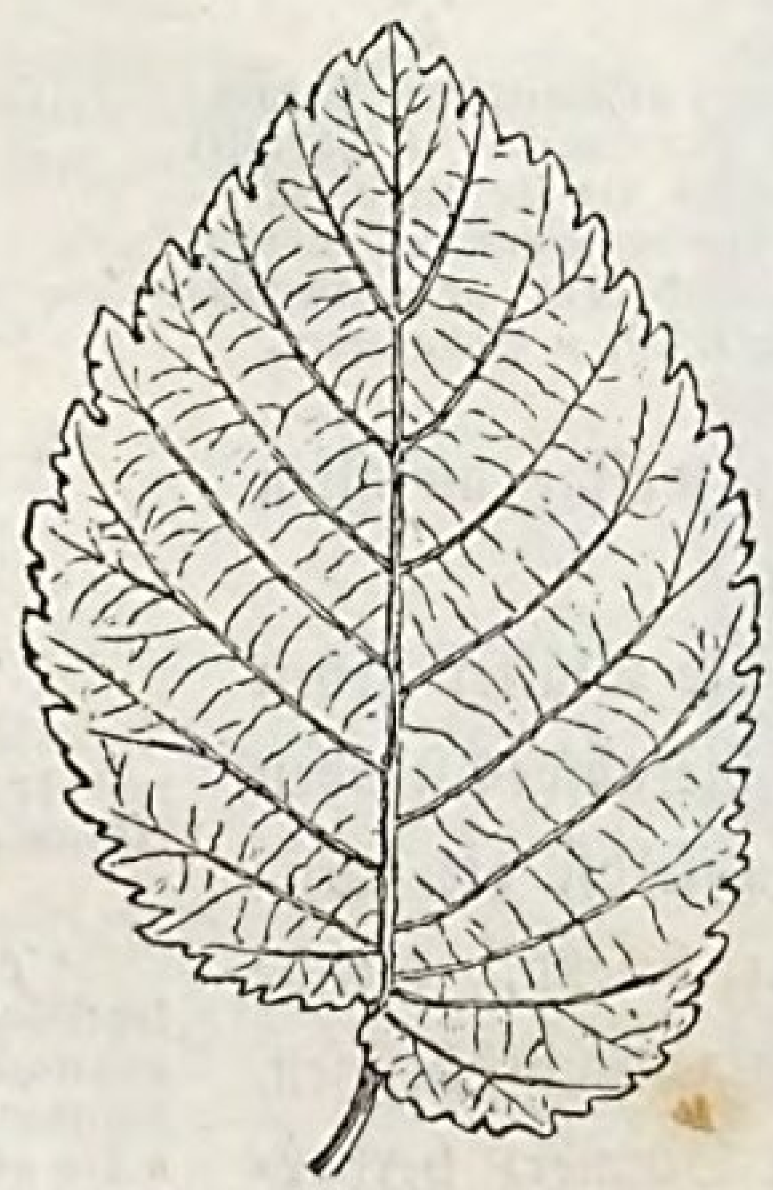


Fig. 376. Ein Blatt der langstieligen Ulme (Ulmus effusa).

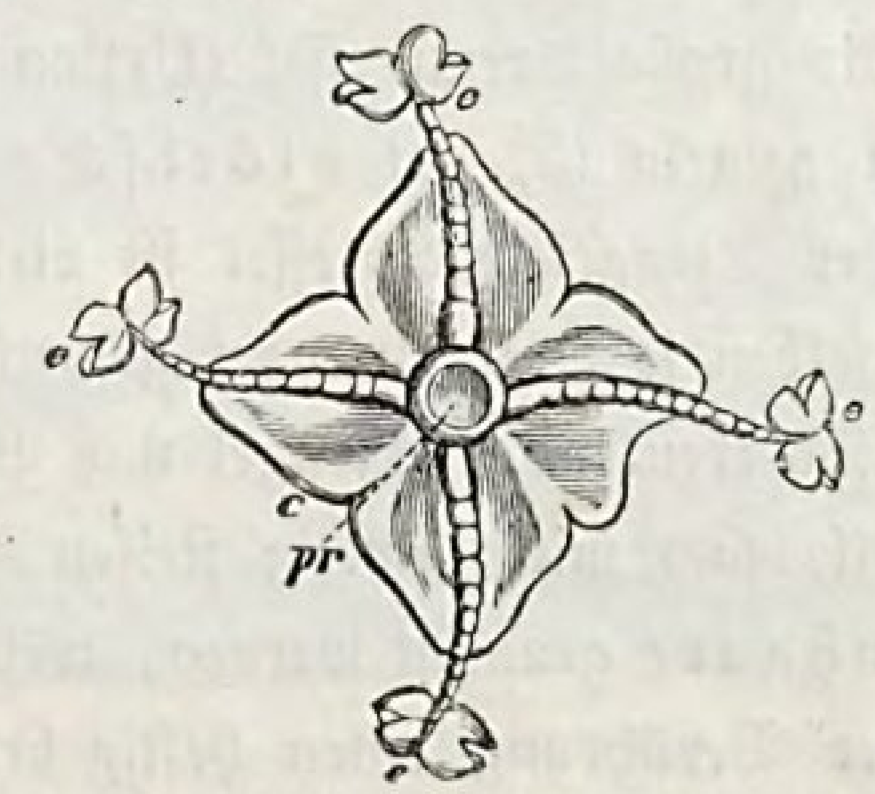


Fig. 379. Die männliche Blüthe, geöffnet; c Perigonblättchen; e Antheren mit geöffneten Fächern, bereits entleert; pr Endigung der Blüthenaxe.

Die Familie der Nesseln (Urticaceae) enthält meistens nur Kräuter. Die Blüthen der allbekannten Brennnesseln, welche in verzweigten, aus den Achseln der Blätter entspringenden Troddelchen und zwar an diesen gruppenweise beisammen stehen, sind diklinisch; die männlichen besitzen ein aus vier vereinigten Blättchen gebildetes Perigon von grüner Farbe. Innerhalb desselben befinden sich vier Staubfäden, welche in der Knospenlage (Fig. 377) niedergekrümmt liegen (Fig. 378), durch ihre Elasticität aber die Oeffnung der Blüthe bewirken und dann mit einem seitlichen Querrisse jedes Antherenfaches aufspringen (Fig. 379). In der Mitte der Blüthe befindet sich die verkümmerte, nicht von einem Fruchtknoten umgebene Endigung der Blüthenaxe. Die weiblichen Blüthen bestehen aus vier sehr ungleichen Perigonblättern, zweien kleinen, tiefer stehenden und daher in der Knospenlage äußeren, und zweien größeren höher stehenden und daher in der Knospenlage inneren (Fig. 380). Durch diese Stellung der Perigonblätter wird erst die Stellung der

Staubfäden in den männlichen Blüthen verständlich; die Staubfäden stehen scheinbar unmittelbar über den Blättern; wir dürfen aber vermuthen, daß dem einen Blätterpaare in der Anordnung an der Blüthenaxe wie bei der weiblichen Blüthe zunächst das andere Blätterpaar folge, sodann erst das Staubfädenpaar, welches dem ersten Blätterpaare in der Stellung entspricht, endlich das andere Staubfädenpaar, in der Stellung dem zweiten Blätterpaare entsprechend. Innerhalb der weiblichen Blüthe steht ein aus zwei Karpellen gebildeter Fruchtknoten mit sitzender, d. h. griffelloser Narbe (Fig. 381); derselbe enthält eine gerade aufsteigende Samenknospe, innerhalb deren sich ein Embryo mit blattartigen Cotyledonen und einem verhältnißmäßig langen Axenorgane bildet. Neben dem Embryo entwickelt sich hier auch ein Endosperm (Fig. 382).

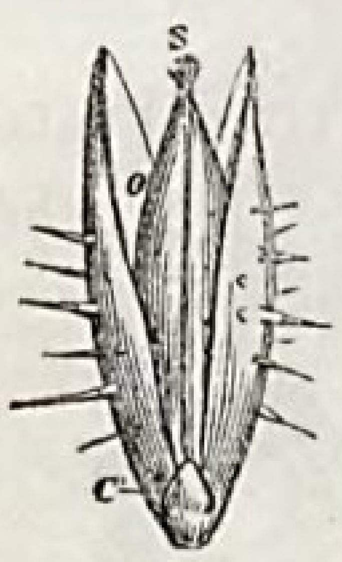


Fig. 380. Eine weibliche Blüthe der kleinen Brennnessel; c Perigonblätter, deren zwei sehr klein sind; c Fruchtknoten; s sitzende Narbe.

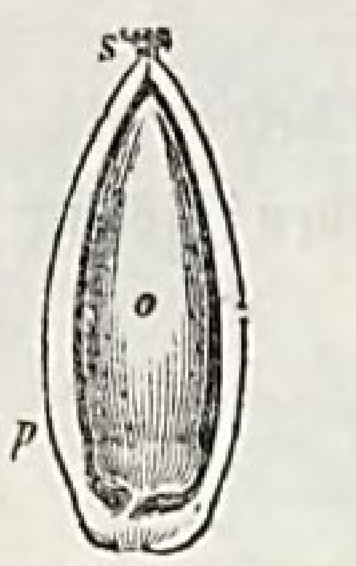


Fig. 381. Der Fruchtknoten der weiblichen Blüthe für sich, senkrecht durchschnitten; p Karpellwandung; s sitzende Narbe; o aufrechte Samenknospe.

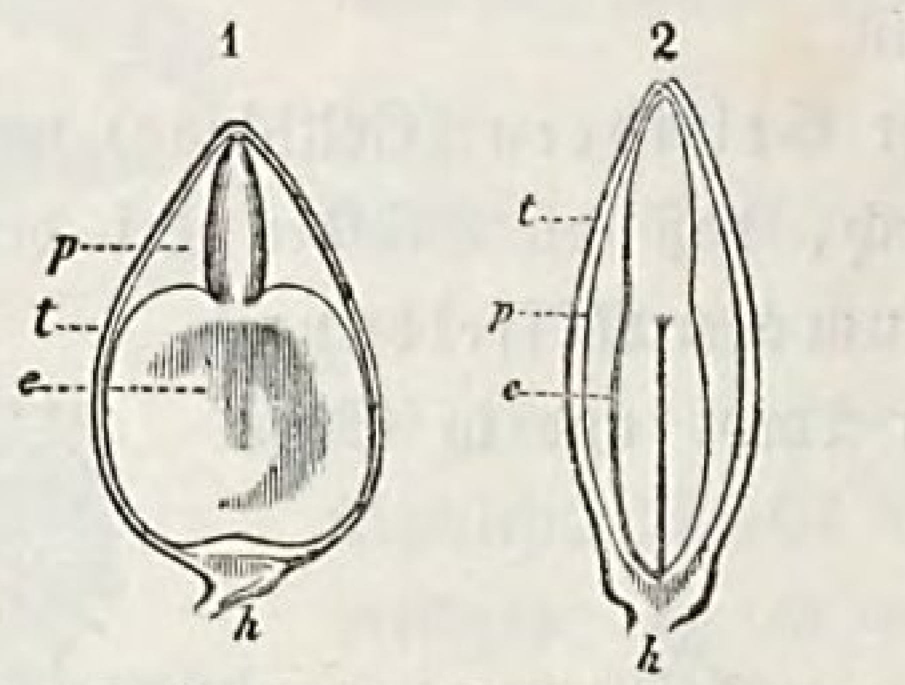


Fig. 382. Senkrecht geschnittenes Samenkorn der kleinen Brennnessel, 1 parallel und 2 senkrecht gegen die Cotyledonen. — t Samendecke; h Knospengrund; e Embryo, dessen Axenorgan nach oben, gegen die Mikropyle, gerichtet ist; p Endosperm.

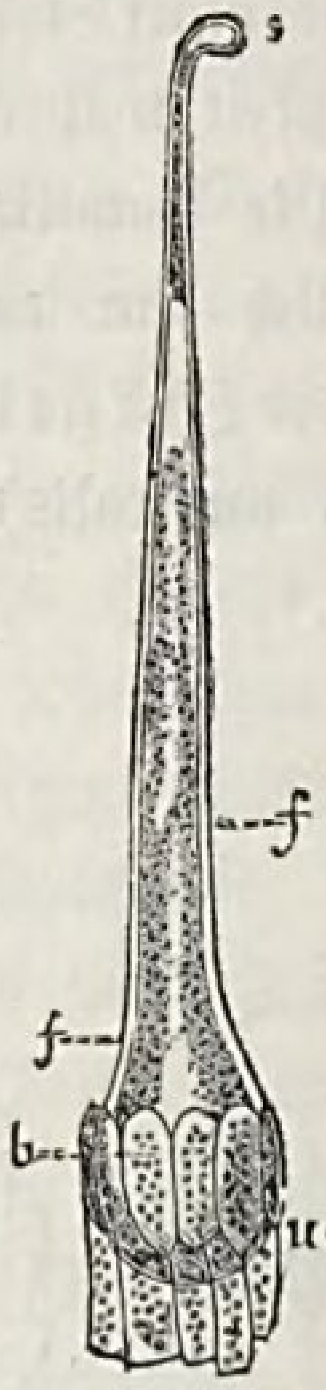


Fig. 383. Ein Brennhaar von der großen Brennnessel (Urtica dioica), sehr vergrößert. *

* f Das Haar, eine kegelförmige Zelle; s die angeschwollene und gekrümmte Spitze desselben; b die untere zwiebelartige Anschwellung; ue die Drüsenzellen, welche die letztere umgeben.

Die große Brennnessel (Urtica dioica), welche an allen Zäunen gemein ist, hat diöcische Blüthen.

Der Stengel der Nessel ist vierkantig, die Blätter stehen an demselben je zwei einander gegenüber und die abwechselnden Paare sich kreuzend. Stengel und Blätter, ja selbst die Blüthentheile sind mit stachelig steifen Härchen besetzt, welche Brennhaare genannt werden, weil sie die Eigenschaft besitzen, bei jeder Berührung einen heftig brennenden Schmerz hervorzurufen. Ein jedes solches Haar besteht aus einer einzigen, sehr langgestreckten Zelle, welche mit ihrem unteren angeschwollenen Theile in das Zellgewebe der Oberhaut eingesenkt ist, während das frei hervorragende Ende bald pfriemförmig zugespitzt, bald ein wenig angeschwollen und umgekrümmt, bald widerhakenartig zurückgebogen ist. Immer ist letztere sehr fein, so daß sie außerordentlich leicht in die Haut eindringt, wenn man senkrecht gegen dieselbe fährt. Der untere Theil des Haares (Fig. 383) ist von Zellen umgeben, welche Drüsen genannt werden können, indem sie die Eigenschaft haben, eine eigenthümliche Flüssigkeit auszusondern, deren Natur noch nicht genauer bekannt ist, welche indessen sehr giftige Wirkungen hervorbringt. Diese Flüssigkeit sammelt sich in dem Brennhaare und spritzt bei der Berührung, durch die hiemit nothwendig verbundene Niederdrückung des Haares selbst hervorgepreßt, oder aus der abbrechenden Spitze ausfließend, in die Haut. Die Menge dieser Einspritzung ist außerordentlich gering, die Wirkung im Vergleiche zu derselben furchtbar; indessen sind die bei uns einheimischen Nesseln in dieser Beziehung wenig zu vergleichen mit der in Timor

einheimischen Dakun-Setan oder Teufelsnessel (U. urentissima), deren Wirkungen den quälendsten Schmerz und jahrelange Krankheit hervorrufen.

Die Wandkräuter (Parietaria) sind den Nesseln höchst ähnlich, brennen jedoch nicht; ihre Blüthen sind auf einer Pflanze theils zwitterig, theils diklinisch, weßhalb man diese Pflanzen polygamisch, d. h. auf vielfach verschiedene Weise verbunden, nennt. Die Staubfäden schnellen auch hier elastisch aus der Knospenlage empor, wodurch zugleich die Ausschüttung des Pollenstaubes sehr befördert wird. Man bemerkt diese Ausstäubung nicht selten plötzlich, wenn man die Pflanze anrührt. Die Frucht gleicht ganz derjenigen der Nesseln, nur ist der Griffel länger (Fig. 384).

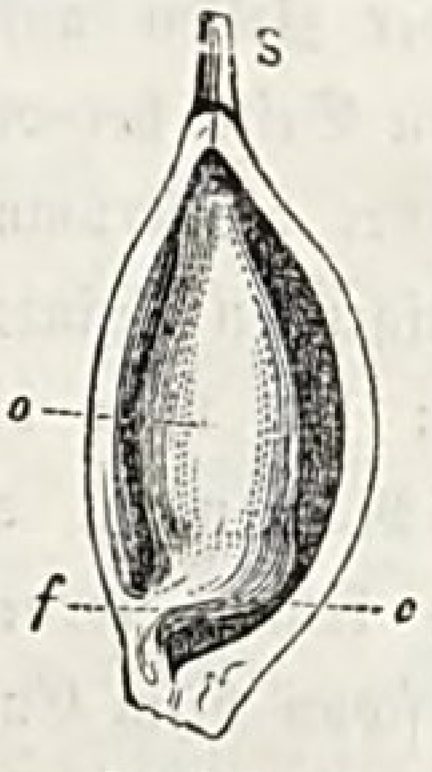


Fig. 384. Der Fruchtknoten des gemeinen Wandkrautes (Parietaria officinalis), senkrecht durchschnitten; vergrößert. *

* f Nabelstrang; c Knospengrund; s Griffel; o Samenknospe, gerade aufsteigend.



Fig. 385. Der Hanf (Cannabis sativa).

Sehr nahe mit den Nesseln verwandt ist auch der Hanf (Fig. 385), dessen Blätter handförmig getheilt und dessen Fortpflanzungsorgane stets diöcisch sind. Man unterscheidet danach den männlichen Staubhanf oder Sommerhanf von dem weiblichen Samenhanf. Ersterer wird ½ bis 1 Fuß höher, als letzterer, ein Umstand, welcher für die Befruchtung sehr wichtig sein muß. Der Samen enthält einen sehr ölreichen Embryo. Auch der Hopfen (Humulus lupulus) gehört hieher. Derselbe ist monöcisch, aber nie zwitterblüthig. Seine männlichen Blüthen stehen in Rispen und sind mit einem fünfblätterigen Perigone versehen; die weiblichen Blüthenstände dagegen sind sehr ausgezeichnete Troddeln, welche letztere wiederum auf rispenartig verzweigten Hauptblüthenaxen stehen. Diese bekannten Hopfentroddeln tragen in den Achseln ihrer hautartigen Deckblätter mehrere Fruchtknoten, jeden mit einem besondern Deckblättchen versehen; an ihnen sondert sich in sehr kleinen hervorragenden Zellen eine weißlich gelbe Substanz aus von angenehm bitterem Geschmacke, das sogenannte Hopfenbitter oder Lupulin, dessen chemisches Verhalten noch wenig gekannt ist, eine so wichtige Rolle dasselbe auch im täglichen Leben spielt, da es eben diese Substanz ist, um derentwillen der Hopfen zur Bierbereitung verwandt wird. Die Zellen, in denen das Lupulin sich befindet, sind Drüsenzellen, welche auf allen Blättern vorkommen, an den Blüthentheilen aber vorzugsweise

häufig sind. Uebrigens ist auch das Lupulin betäubend berauschend, ähnlich wie der Extrakt der Gagelblätter und des Hanfes. Aus den Blättern dieser letzteren Pflanze werden im Morgenlande taumelerregende Getränke, Haschisch und Molak, bereitet. — Die Stengel der Hopfenpflanze sind krautig und im Verhältniß zu ihrem Durchmesser sehr lang, indem die einzelnen Internodien zwischen den Ursprungspunkten der Blätter sich beträchtlich strecken. Die Pflanze kann sich daher für sich nicht aufrecht halten und wächst an anderen Pflanzen empor, wobei sie sich um dieselben schlingt und mit ihren rauhen Stachelhaaren festhält. Der Hopfen ist somit eine Schlingpflanze. Es ist noch völlig unbekannt, woher es rührt, daß der Stengel die eigenthümlichen Windungen macht, welche wir bei den Schlingpflanzen beobachten; es scheint eine raschere Vermehrung der Zellen auf der einen Seite des Stengels die Krümmung desselben nach der andern Seite hervorzubringen, und zwar ist es regelmäßig eine bestimmte Seite, von welcher die Krümmung ausgeht. Der Hopfen ist stets so gewunden, daß die auffsteigenden Windungen von der linken zur rechten Hand des Beschauers herumgehen; hat man die Pflanze südwärts vor sich, so folgen sie dem Laufe der Sonne. Man nennt diese Windungen rechtsgewunden. Wir werden andere Pflanzen kennen lernen, welche stets linksgewunden sind. Eine solche Krümmung zeigt sich schon beim Embryo; der des Hopfens liegt im Samen vollkommen schneckenförmig eingerollt.

Dicotyledonische Pflanzen finden sich im Meere durchaus gar nicht; dagegen wachsen manche derselben in Flüssen und Seen und einige völlig untergetaucht. Die Familie der Hornblattpflanzen (Ceratophylleae) und die der Wassersternfaden (Callitrichineae) enthalten nur solche untergetaucht wachsende, dabei stets krautartige Gewächse, und diese, besonders erstere, sind durch manche Verhältnisse, zumal auch durch die Blüthenstände, mit den Nesseln nahe verwandt, so wenig sie in der Tracht denselben gleichen. Sie bilden mit langen, fadenförmigen Stengeln fluthende Rasen auf dem Grunde unserer Gewässer. Diese Pflanzen zeichnen sich aus durch die Beschaffenheit ihrer Pollenzellen, welche nämlich vom Wasser durchaus nicht angegriffen werden und daher auf der Narbe, deren Aussonderungsfeuchtigkeit allein im Stande ist, ihre zarte Firnißdecke zu erweichen, ganz ungestört regelmäßige Pollenschläuche treiben können, obgleich die Blüthentroddeln sich ganz unter dem Wasser befinden.

Die Familie der Artokarpeen (Artocarpeae) umfaßt die Maulbeerbäume, die Brodbäume und Feigenbäume. Die Maulbeerbäume sind monöcisch; die männlichen Troddelchen sind den weiblichen ziemlich ähnlich. An letzteren wächst die vierblätterige Perigonhülle um einen jeden der zweifächerigen und mit zweien Narben versehenen Fruchtknoten zu einer fleischigen Kugel zusammen, und alle diese fleischigen Kugeln eines Troddelchens verwachsen mit einander zu einem Fruchtstande, welcher einer Himbeere in der Form ähnlich, übrigens aber ganz der Ananasfrucht (Seite 858) zu vergleichen ist (Fig. 386). Der schwarze, besonders aber der weiße Maulbeerbaum ist die Bedingung der Seidenzucht, da nur von den Blättern dieser Pflanze die Seidenraupe (Bombyx mori) lebt und nur die auf der letzteren Art gezogenen Raupen eine schöne Seide liefern. Die männlichen Blüthen der Brodbäume (Fig. 387) stehen in sehr großen, keulenförmigen Troddeln, die weiblichen dagegen in kugeligen; letztere bilden kolossale Maulbeerfrüchte, nämlich



Fig. 386. Ein Zweig des schwarzen Maulbeerbaumes (Morus nigra) mit Fruchttroddeln.

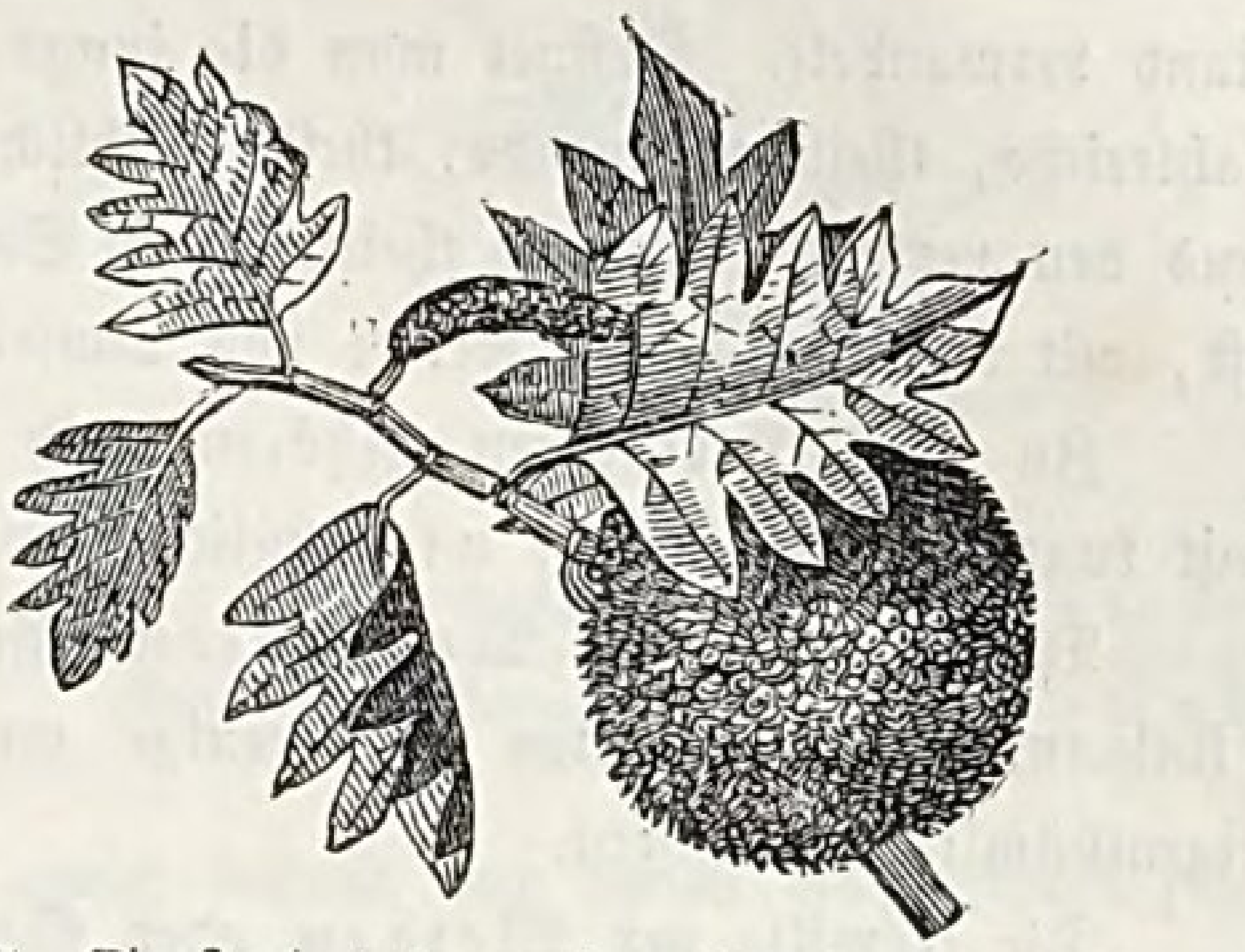


Fig. 387. Ein Zweig des gemeinen Brodbaumes (Artocarpus incisa) mit einer männlichen Troddel und einer Brodfruchttroddel.

Beerentroddeln von zwanzig bis dreißig Pfunden an Gewicht, welche mehrere Hunderte von Samenfrüchten enthalten, viermal so groß als eine Mandel, und jeden von einer saftreichen Fleischmasse des beerenartig verwachsenen Perigons umgeben. Die Axe des Blüthenstandes ist ebenfalls fleischig angeschwollen und mit den Axen der einzelnen Blüthen zu einer gemeinsamen Masse verwachsen. Man kennt mehrere Arten dieser Bäume, welche für die Südseeinseln ihrer herrlichen Früchte wegen von höchster Wichtigkeit, jetzt aber auch in ganz Ost- und Westindien durch Pflanzungen verbreitet sind. Auch hier schlagen oft die eigentlichen Samen gänzlich fehl, so daß sich bloß die genießbare Fleischmasse, diese aber um so ausgezeichneter, ausbildet.



Fig. 388. Ein Zweig des gemeinen Feigenbaumes (Ficus carica) mit Blüthen und Fruchttroddeln.



Fig. 389. Schildförmig trobbeliger Blüthenstand der Bezoarborstenia (Dorstenia contrayerva). *

* f Blüthen; r schildförmig verwachsene Blüthenstiele.

Höchst eigenthümlich ist der Blüthen- und Fruchtstand bei den Feigenbäumen (Fig. 388). Bei der **Dorstenia** (Fig. 389) nämlich stehen die Blüthen, und zwar sehr viele männliche und weibliche durch einander, auf gänzlich mit einander verwachsenen Axen, von denen die endständige die kürzeste ist, während die tiefer entspringenden verhältnißmäßig länger sind, so daß alle Blüthen mit einander in gleicher Höhe stehen. Die verwachsenen Blüthenaxen bilden zusammen einen schildförmigen Kuchen. Bei den eigentlichen Feigenbäumen dagegen sind die tiefer entspringenden Blüthenaxen so viel länger, daß sie ihre Blüthen höher hinauftragen, als die höher entspringenden. Der Blüthenkuchen wird hiedurch nicht bloß schildförmig, sondern tief becherförmig, ja sogar hohlkugelig. Was man beim Feigenbaum gewöhnlich für eine Frucht hält, ist anfangs dieser hohltroddelförmige Blüthenstand (Fig. 390), der sich später in den Frucht-

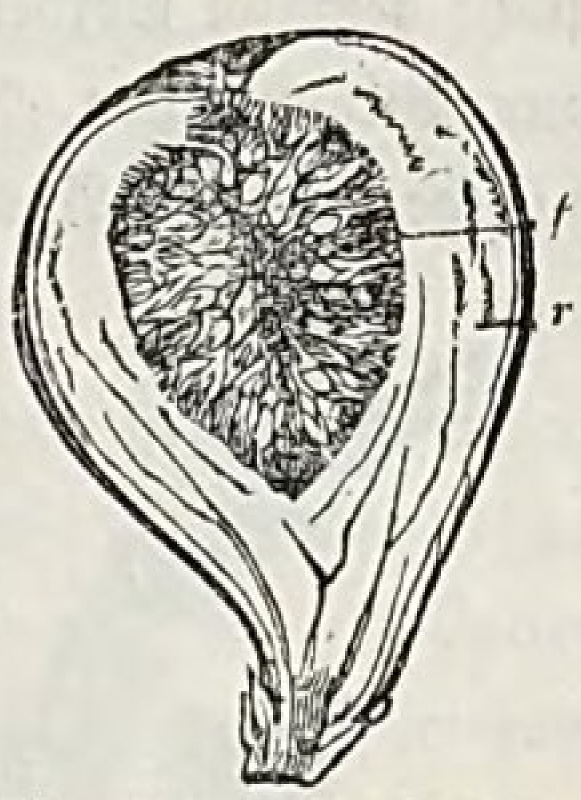


Fig. 390. Birnförmiger hohltrobbeliger Blüthenstand des gemeinen Feigenbaumes, senkrecht durchschnitten. *

* f Blüthen; r verwachsene Blüthenstiele.

stand verwandelt. Oeffnet man die junge Feige, so findet man innerhalb derselben zahlreiche, theils männliche, theils weibliche Blüthen, später einen Fruchtbrei, welcher aus den verwachsenen und theilweise in Saft aufgelösten Perigonblättchen entstanden ist, mit vielen Samen, welche von demselben umgeben sind.

Zu den Artokarpeen gehören auch die eigentlichen Platanen (Platanus), mit kugeligen männlichen und ähnlichen weiblichen Troddeln.

Die Familie der Monimieen (Monimieae) und die der Amberbäume (Balsamifluae) enthalten nur wenige und durchweg nur den tropischen Gegenden eigenthümliche Pflanzen.

Die Familie der Weiden oder Salicineen (Salicineae) umfaßt die sehr zahlreichen Gattungen des Weiden- und Pappelgeschlechtes. Alle diese Pflanzen sind mit Kätzchen, d. h. mit troddelförmigen Blüthenständen versehen (Fig. 391) und dabei stets diöcisch. Die Blüthenstandaxe ist bei beiden Geschlechtern mit sehr zahlreichen Deckblättchen besetzt, welche als sehr kleine, meistens mit langen Seidenhaaren besetzte Schüppchen erscheinen und an ihrem Grunde in Form einer Anschwellung eine Honigdrüse besitzen. In den Achseln dieser Deckschüppchen stehen auf unbemerkbar kurzen Axen, bei den Pappeln innerhalb eines besonderen, zu einem Näpfchen verwachsenen Perigons, zwei bis zwanzig Staubfäden oder Fruchtknoten. Letztere sind aus zweien Karpellen gebildet, mit deren Mittellinie je ein achselständiger Samenträger verwachsen ist, so daß die, in ziemlich großer Anzahl vorhandenen Samenknöspchen wandständig erscheinen. Um den Grund der Samenknöspchen entwickelt sich ein Kreis von sehr langen, seidenartig feinen Haarzellen, welche an die ähnlichen Haare erinnern, die bei den Wollgräsern und Typhaceen die Perigonblätter darstellen. Man dürfte dieselben auch hier als eine nachträglich entwickelte Hülle von Blattorganen um den Grund des Samenknöspchens ansehen. Bei der Fruchtreife springen die aus den Karpellen gebildeten Fruchtkapseln auf und die Samen fliegen, indem der Wind die sich auseinander sträubenden Haarbüschel ergreift, als Wollenflöckchen heraus. Man findet den Boden unter den Weiden und Pappeln um diese Zeit oft ganz mit Wolle bedeckt, und hie und da sind Versuche gemacht worden, diese Fäden als „Baumwolle" zu verarbeiten. — Die Neigung zur Bildung von Haaren zeigten uns schon die Deckschuppen der Blüthentroddeln, welche vor der Ausbildung der Fruchtknoten und Staubfäden mit Seidenbehaarung



Fig. 391. Zweige der Korbweide (Salix viminalis).*
* a und b mit Blüthentroddeln, welche vor der Entwicklung der Blätter erscheinen; c mit Blättern, an deren Grunde sich Nebenblätter befinden.



Fig. 392. Zweige der Silberweide (Salix alba) mit Blüthentroddeln von der männlichen und von der weiblichen Pflanze, und mit Blättern.



Fig. 393.
Zweige der Silberpappel (**Populus canescens**) mit Blüthentrobbeln vom männlichen und vom weiblichen Baume, und mit Laub.

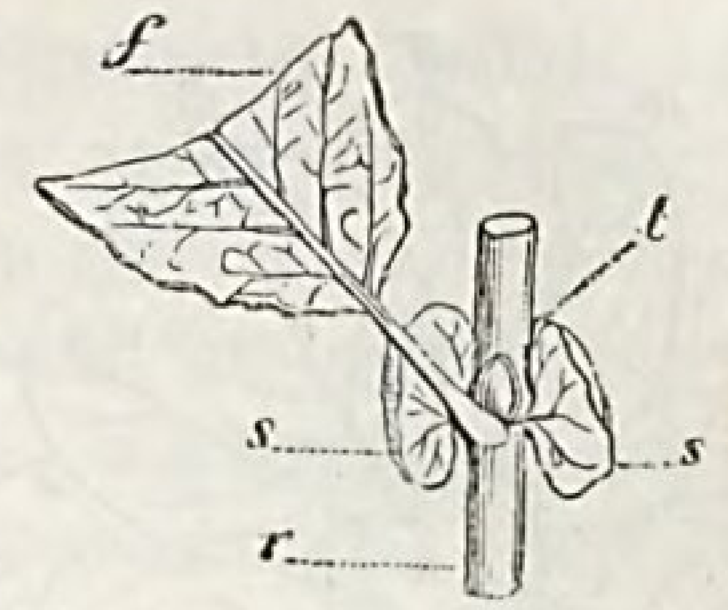


Fig. 394. Ein Stück von einem Zweige *r* der Ohrweide (**Salix aurita**), mit einem Blatte *f*, an dessen Grunde zwei Nebenblätter *ss* stehen, und in dessen Achsel eine Knospe *t* entspringt.

ganz bedeckt und einem Katzenschwänzchen (daher „Kätzchen") ähnlich sind. Aber auch die Laubblätter zeigen eine ähnliche Behaarung mehr oder weniger deutlich; selbst an den Knospenschuppen ist dieselbe schon sehr ausgezeichnet. Die Unterseite der Blattorgane ist allemal stärker behaart, als die obere; ein sehr dichter Filz farbloser Härchen bewirkt die schöne weiße Färbung der Unterseite bei den Silberweiden (Fig. 392) und Silberpappeln (Fig. 393). Nicht selten bilden sich die Haare nur an den sehr jungen Blättern und scheinen, da sie später durch die Ausdehnung der Blattfläche auseinander gerückt werden und vereinzelter stehen, verloren zu gehen. Mitunter fallen sie auch wirklich ab. — Die Blätter einiger Weiden besitzen am Grunde ihres Blattstieles sehr ausgezeichnete Nebenblätter (Fig. 394). Da in diesem Falle meistens die Gefäßbündel, welche mehrere neben einander in jeden Blattstiel eintreten und sich auch in die Nebenblättchen abzweigen, deutlicher von einander getrennt sind, als gewöhnlich, so kann es auch nicht auffallen, wenn wir hier außer der einen Achselknospe, welche dem über dem hauptsächlichsten und mittelsten Gefäßbündel befindlichen Markstrahle entspricht, auch noch zwei zu beiden Seiten derselben stehende und den seitlichen Gefäßbündeln und Markstrahlen entsprechende Nebenknospen bemerken. Der Blattstiel der Zitterpappeln oder Espen ist ziemlich lang und dabei so schmal, daß er nach oben und nach unten eine fast scharfe Kante bildet, und daher rührt die außerordentliche Beweglichkeit dieser Blätter, in Folge deren das Espenlaub sprüchwörtlich geworden ist.

Die Knospen, besonders der Pappeln, sondern ein Gemenge von Wachs und Harz aus, welches den Bienen das sogenannte Bienenbrod liefert. Die Honigaussonderungen der Nektarien müssen bei diöcischen Pflanzen, wie diese sind, jedenfalls die Befruchtung in hohem Grade vermitteln, indem die von Baum zu Baume honigsuchenden Insekten gezwungen sind, bei ihrer Arbeit bald die Antheren der männlichen Bäume, bald die Narben der weiblichen zu berühren und so den Pollen, welcher oft ihre rauhbehaarten Beine ganz bedeckt, an den Ort seiner Bestimmung überzutragen.

Bei den Weiden bemerkt man mitunter eine seltsame Mißbildung oder vielmehr Entwicklungshemmung der Zweige, nämlich eine Entwicklung einer großen Zahl von Blättern, welche an einem mehr oder minder langen Zweige stehen könnten, jedoch, da die Axe zwischen ihren Ansatzpunkten sich gar nicht oder sehr wenig verlängert, alle fast auf gleicher Höhe in zahlreichen Quirlen oder doch wenig ansteigenden Spiralen zusammengedrängt stehen (Fig. 395). Man nennt eine solche Bildung

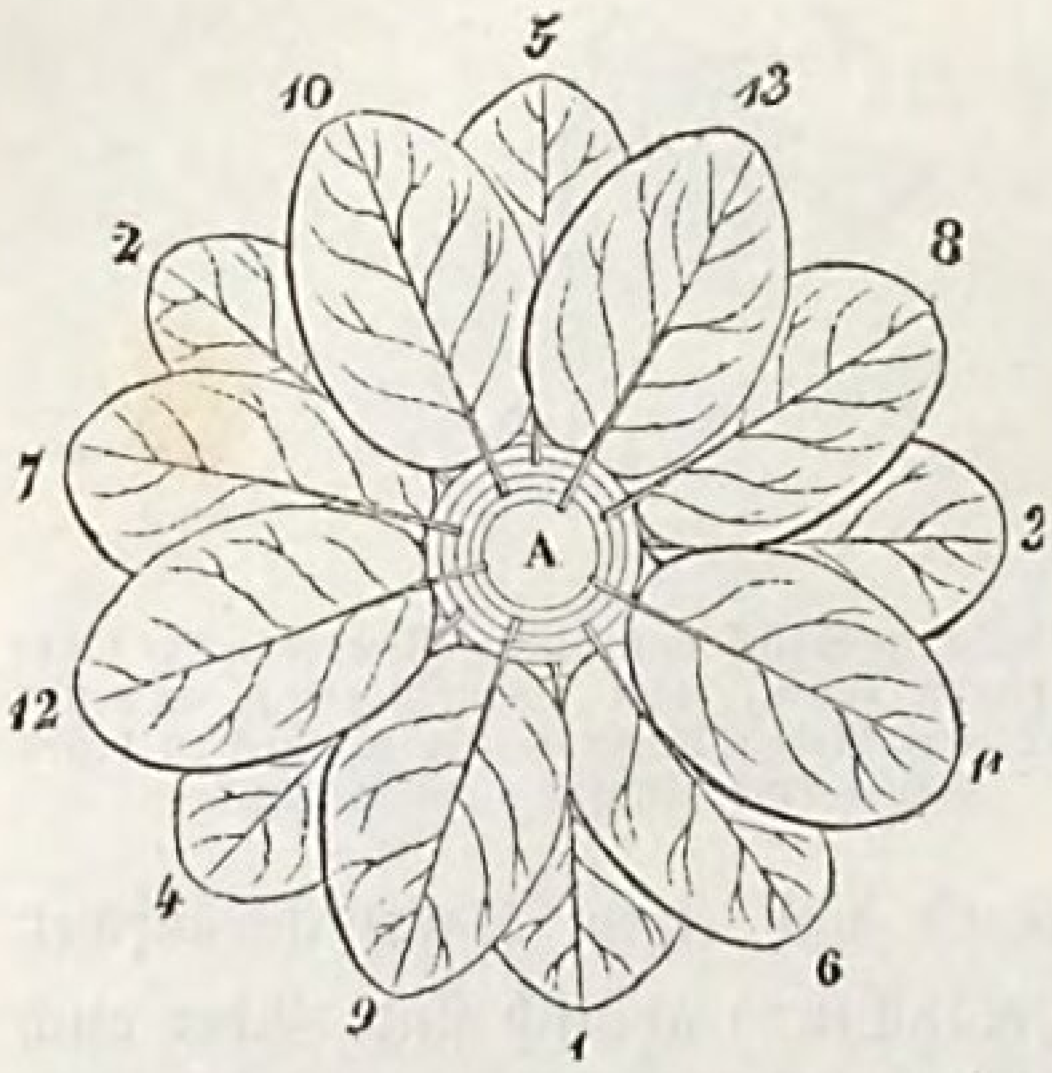


Fig 395. Schema zur Versinnlichung der Rosettenbildung. A Axe, um welche eine Spirallinie fünffach gewunden ist; auf jeder Windung stehen drei Blätter, jedes von dem folgenden um 1/3 des Umfanges entfernt.

eine Rosette oder, wenn die Axe etwas verlängert ist, Zapfenrosette. Derartige Erscheinungen sind geeignet, die Natur der Blumen in ein vollkommen klares Licht zu stellen.

Die Familie der Chlorantheen (Chlorantheae), die der Saurureen (Saurureae) und die der Pfefferpflanzen (Piperaceae) schließen sich nach der Form des Blüthenstandes auch noch ziemlich nahe an die übrigen Troddelträger, wenn gleich sie größtentheils zwitterige Blüthen, ein bedeutend entwickeltes Endosperm und einen höchst eigenthümlich gebildeten, nämlich nur mit einem deutlichen Cotyledon versehenen, Embryo besitzen. Die gemeine Pfefferrebe (Piper nigrum) des südöstlichen Asiens, ein Gewächs, welches, wie der Hopfen, eine Schlingpflanze und auch als Embryo schon gewunden ist, trägt an einer fleischigen Blüthenstandsaxe sehr zahlreiche, fast ganz ungestielte Blüthen, deren jede aus einem kugeligen Fruchtknoten besteht, umgeben von zweien oder dreien sehr kurzen Staubfäden, und mit drei Narben versehen, jedoch ohne Spur eines Perigons oder eines Deckblättchens. Aus diesen Fruchtknoten entstehen unsere Pfefferkörner, schwärzliche, wenig fleischige Beeren, welche den mit hohlem Endosperm und einem sehr kleinen, in dieses eingebetteten Embryo erfüllten Samen eng umschließen. Die Pflanze wächst in höchst eigenthümlicher Weise. Es endigt nämlich die Axe derselben, sobald sie anfängt Blüthen zu tragen, in einem endständigen Troddelchen; aber in der Achsel des Blattes, welches zunächst unterhalb des Blüthentroddels steht, entspringt eine Zweigaxe, welche jedoch die Troddelaxe ganz auf die Seite drängt und selber die gerade, aber durch eine ringförmige Gliederung bezeichnete Fortsetzung der Hauptaxe bildet, so daß die Troddelaxe nun als ein dem Blatte gegenüberstehender Zweig erscheint. Die sekundäre Axe bildet sogleich eine neue Blüthentroddel, unter welcher auf der entgegengesetzten Seite ein Blatt steht, und eine in der Achsel dieses Blattes entspringende Axe dritten Grades drängt hier wiederum die Troddelaxe zur Seite und erscheint selbst als Hauptaxe. So wächst die Pfefferrebe fort, und ihre verschiedenen Axenglieder zwischen je zwei Blättern sind also Axen ersten, zweiten, dritten, vierten Grades u. s. w. An der Spitze sieht man stets die endständige Blüthentroddel früher, als die später die Axe gerade fortsetzende Achselknospe, was nicht der Fall sein würde, wenn die Troddelaxe als ein Zweig zu betrachten wäre. — Es gibt eine große Zahl verschiedener, zum Theil noch sehr wenig bekannter Pfeffergattungen; jedoch wird der Name sehr vielen Gewürzfrüchten gegeben, welche mit dem eigentlichen Pfeffer nichts gemein haben, als die beißende Schärfe. Diese rührt von einem schwefelhaltigen ätherischen Oele her.

Die Mehrzahl der Troddelträger ist für den Haushalt der Menschen von erheblichem Nutzen. Vieler wichtiger Produkte, welche dieselben in ihren Früchten und mehreren andern Organen darbieten, ist schon gedacht worden. Eines der wichtigsten Produkte ist das Holz, welches von den meisten Cupuliferen, sowie

von den Juglandeen und mehreren andern in ausgezeichnetster Qualität dargeboten wird. Bei diesen Bäumen ist das Mark sehr gering, so daß man dasselbe in einem älteren und dicken Stamme kaum bemerkt; bei der Eiche ist es fünfeckig, bei der Birke dreieckig — eine Form, deren Verschiedenartigkeit abhängig ist von der Zahl der Gefäßbündel, welche dasselbe zunächst umschließen, und somit von der Anordnung der Blätter an der Axe. Bei den Juglandeen vertrocknet das Mark früh und schwindet großentheils völlig, so daß Stamm und Zweige innen stets eine feine Hohlröhre mit unregelmäßigen scheidewandartigen Ausfüllungen besitzen. — Die Markstrahlen sind im Holze dieser Pflanzen nur von sehr geringer Ausdehnung, so daß die Faserbündel sich sehr vielfach mit einander verbinden; man bemerkt erstere auf einer Spaltung des Buchenholzes und vieler anderen Hölzer als kurze Bandstreifchen von eigenthümlichem Schimmer, weßhalb sie von den Holzarbeitern auch Spiegelfasern genannt zu werden pflegen. Je nachdem in den Faserbündeln des Holzes feine und gleichartige Gefäße, oder aber geräumigere, enthalten sind, hat das Holz ein gleichmäßigeres Gefüge oder erscheint stellenweise auf dem Querschnitte porös. Ersteres ist in ausgezeichnetem Grade bei den Hain- oder Hagebuchen (ebenso wie bei den Ahornen, Linden u. s. w.) der Fall; dagegen auf dem Querschnitte einer Eiche (Fig. 396) oder Ulme oder eines Nußbaumes bemerkt man an dem inneren Theile jedes Jahresringes einen Gürtel von kleinen Löchern, den Oeffnungen eben so vieler großer Tüpfelgefäße, während der übrige Theil des Jahresringes aus Faserzellen besteht, deren innere Höhlung dem Auge nicht wahrnehmbar ist, da sie theils an und für sich sehr eng, theils aber durch die Verdickungsschichten von Cellulose fast ganz ausgefüllt sind. Die äußersten Faserzellen jedes Jahresringes pflegen sehr fest, besonders langgestreckt und dunkler gefärbt zu sein, als die übrigen, was vermuthlich daher rührt, daß in ihnen sich Substanzen ablagern, welche erst zu einer Zeit gebildet wurden, als die älteren inneren Theile des Jahresringes denselben schon nicht mehr zugänglich waren. Solche Substanzen durchdringen mehr oder minder alle Verdickungsschichten, welche sich innerhalb der Holzfasern ablagern, und da jede Pflanzengattung ihre eigenthümlichen Substanzen bereitet, so wird durch diese Beimengungen, abgesehen von der verschiedenen Dichtigkeit, die Substanz der Hölzer so verschieden. Die Cellulose enthält gerade die Elemente des Wassers und daneben Kohlenstoff. Beständen alle Hölzer nur aus dieser Substanz, so würde, bei gleicher Trockenheit, ein gleiches Gewicht von den verschiedensten Hölzern die gleiche Wärmemenge bei der Verbrennung erzeugen müssen. Allein die aus dem eingetrockneten Zellensafte zurückgebliebenen Substanzen kommen erheblich mit in Betracht, und da in ihnen das Verhältniß der verschiedenen Elementarstoffe ein sehr verschiedenes sein kann, so leitet sich daraus leicht die so verschiedene „Heizkraft" der Hölzer ab. Bei anderen Verwendungen des Holzes sind andere Eigenschaften von Wichtigkeit. Die Härte beruht in einer sehr vollkommenen Ausfüllung der Holzfasern, welche mit einem geringen Jahresansatze, somit mit langsamer Zunahme

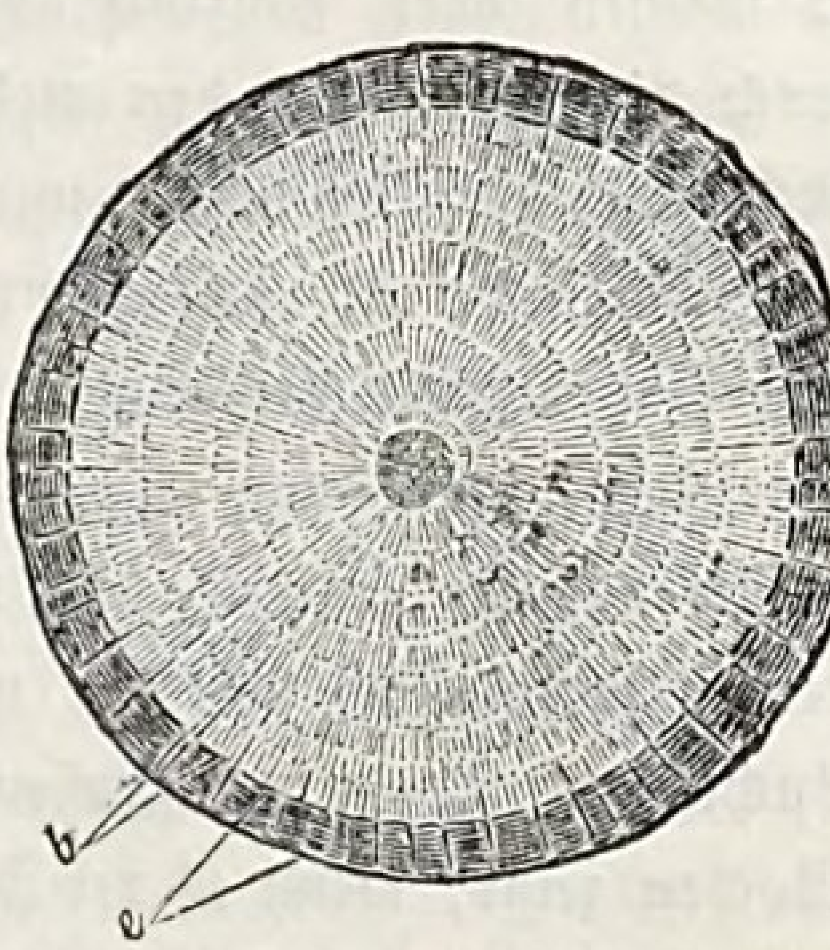


Fig. 396. Horizontalschnitt durch einen achtjährigen Eichenstamm. *

* b Holz, acht Jahresringe bildend; e Rinde, eben so viele Jahresringe darstellend.

der Dicke und im Allgemeinen mit langsamem Wachsthume verbunden zu sein pflegt, und welche sich meistens durch eine dunklere Färbung des Holzes verräth. Bei solchen Hölzern sticht das neu gebildete Holz, der Splint, oft sehr auffallend von dem Kernholze durch hellere Färbung ab, wie bei der Ulme, und es ist solches ein Zeichen harter Hölzer. Dagegen bei Weiden und Pappeln, deren Holz im Allgemeinen nie eigentlich kernig wird, sondern stets weich bleibt, ist oft nicht der mindeste Unterschied zwischen älteren und neueren Holzringen zu bemerken. Die helle, weiße Farbe des Holzes ist meistens ein Merkmal weicher Hölzer. So dicht auch ein Holz erscheinen mag, so enthalten seine Gefäße und Fasern doch stets zarte, mit Luft gefüllte Räume. Es beweist sich dieses im Allgemeinen dadurch, daß Holz im Wasser schwimmt, denn die Cellulose des Holzes ist schwerer als das Wasser, und jedes Holz sinkt daher zu Boden, sobald es ganz vom Wasser durchdrungen und die Luft aus demselben völlig vertrieben ist, was zwar nur durch längere Einwirkung unter starkem Drucke möglich ist, bei Trümmern versunkener Schiffe indessen mitunter beobachtet werden kann. Jedoch schon ein gewisser Grad von Dichtigkeit, wie ihn z. B. das Eichenholz besitzt, in dessen größere Poren das Wasser leicht eindringt, genügt, um die Schwimmfähigkeit des Holzes sehr gering zu machen oder gänzlich aufzuheben. — Die Zähigkeit des Holzes wird bedingt durch die Länge und den mehr oder minder innigen Zusammenhang, besonders aber auch durch die Biegsamkeit und Geschmeidigkeit der Fasern. Durch diese Eigenschaft sind die Zweige der Weiden und Haseln zu den mannigfaltigsten Flechtwerken tauglich. Die Tauglichkeit des Holzes zu Bauwerken hangt, von den übrigen Eigenschaften abgesehen, auch von der Beständigkeit oder Fäulnißfähigkeit der Substanzen ab, welche dasselbe enthält und welche, in Fäulniß gerathen, auch die übrigen Substanzen in Fäulniß versetzen und somit zerstören. So ist das übrigens so vorzügliche Buchenholz wegen der großen Geneigtheit, zu faulen, welche es schon nach wenigen Wochen zeigt, wenn es der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, zu Bauwerken ganz untauglich.

Alle Trobdelträger besitzen einen ausgezeichneten Bast. Die Rinde der Ulmenzweige und der jungen Stämme löst sich, wenn man sie in Wasser einweicht und das Parenchym, besonders aber den Zwischenzellenstoff, dadurch in Fäulniß übergehen läßt, in eine Anzahl blätteriger Lagen auf, welche in der Längenrichtung sich mit Leichtigkeit zertheilen lassen, dagegen in jeder anderen Richtung mit außerordentlicher Zähigkeit dem Zerreißen widerstehen. Man macht aus ihnen viele Mattengeflechte. Die Artocarpeen sind durch ihren Bast nicht minder nützlich, und aus dem des Papiermaulbeerbaumes (Broussonetia papyrifera) wird das feinste chinesische Papier bereitet. Die Familie der Urticaceen liefert in den äußerst langfaserigen und sehr schlank verlaufenden Bastfasern ihrer krautigen Stengel die wichtigsten Materialien: den Hanf, den Nesselhanf u. s. w. Auch diese gewinnt man durch Einweichung und Röttung (d. h. Faulung) der unmittelbar vor der Blüthezeit, wo das Wachsthum der Pflanze vollendet ist, eingesammelten und in Bündel gebundenen Stengel, deren Parenchym und wenig entwickeltes Holz sodann nach geschehener Trocknung durch die Bracke (Zerbrechung) und durch das Klopfen und Schwingen zertrümmert und weggeschüttelt wird, während die Bastfasern allein zurückbleiben und durch das Ribben und Hecheln mehr und mehr bis zu äußerster Feinheit von einander getrennt werden. Auch die große Nessel, welche in allen

Zäunen gemein ist, liefert ein treffliches Material zu Gespinnsten (Nesselgarn, Nesseltuch); der Hopfen kann ebenso benutzt werden. — Das Parenchym der Rinde bildet sich bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden aus. Die Oberhaut der jungen Axen, welche ganz wie die der Blätter, nur spärlicher, mit Stomaten versehen ist, geht frühzeitig verloren. Die grüne, von außen herein sich bräunende Rinde vermehrt sich oft beträchtlich, bei den einen Pflanzen mehr in der Dicke, bei anderen mehr in der Fläche; in ersterem Falle wird sie rissig, in letzterem bleibt sie oft lange unzertrennt. So bildet sich bei den Eichen jährlich eine dicke Rindenschicht, durch welche die Borke dieser Bäume so beträchtlich wird. Bei der Buche dagegen bleibt die Rinde dünn und umschließt den Stamm als eine immer genügend weite, glatte Borkenhaut. Die Platanen werfen ihre Rinde jährlich in großen Fetzen ab, so daß sie stets sehr glattstämmig bleiben. Bei der Birke bilden sich sehr zarte hautartige Rindenschichten, welche durch farblose, sehr lockere und daher weiß erscheinende Zellenzwischenlagen von einander ablösbar sind. Diese Rindenschichten der Birke zeigen stellenweise die Anlage zu stärkerer Vermehrung auch in der Richtung der Dicke, indem sich schmale linienartige Gruppen von zusammenhangendem Zellgewebe auf ihnen erheben, welche die weißen Lagen durchbrechen. Diese Partieen, so klein sie sind, haben ganz die Beschaffenheit des Korkes. Bei den Ahornen lernten wir bereits am Maßholder ein Beispiel stärkerer Entwicklung der korkartigen Rinde kennen, welche im Alter verloren geht. Aehnlich findet sie sich bei einer Abart der gemeinen Ulme, welche deßhalb Korkulme genannt wird. Auch die Birke bildet im Alter nur borkenartige Rindenschichten aus, welche daher die weißen Blätter der Korkschichten rissig zersprengen und endlich abwerfen. Die Korkeiche (Fig. 397 und 398) Südeuropa's bildet dagegen so beträchtliche Korkschichten (Fig. 399), daß von derselben der so vielfach angewandte Kork gewonnen werden kann, welcher im Alter von dem Baume freiwillig abgeworfen, übrigens aber in Zwischenräumen von etwa 10 bis 12 Jahren vorsichtig, ohne

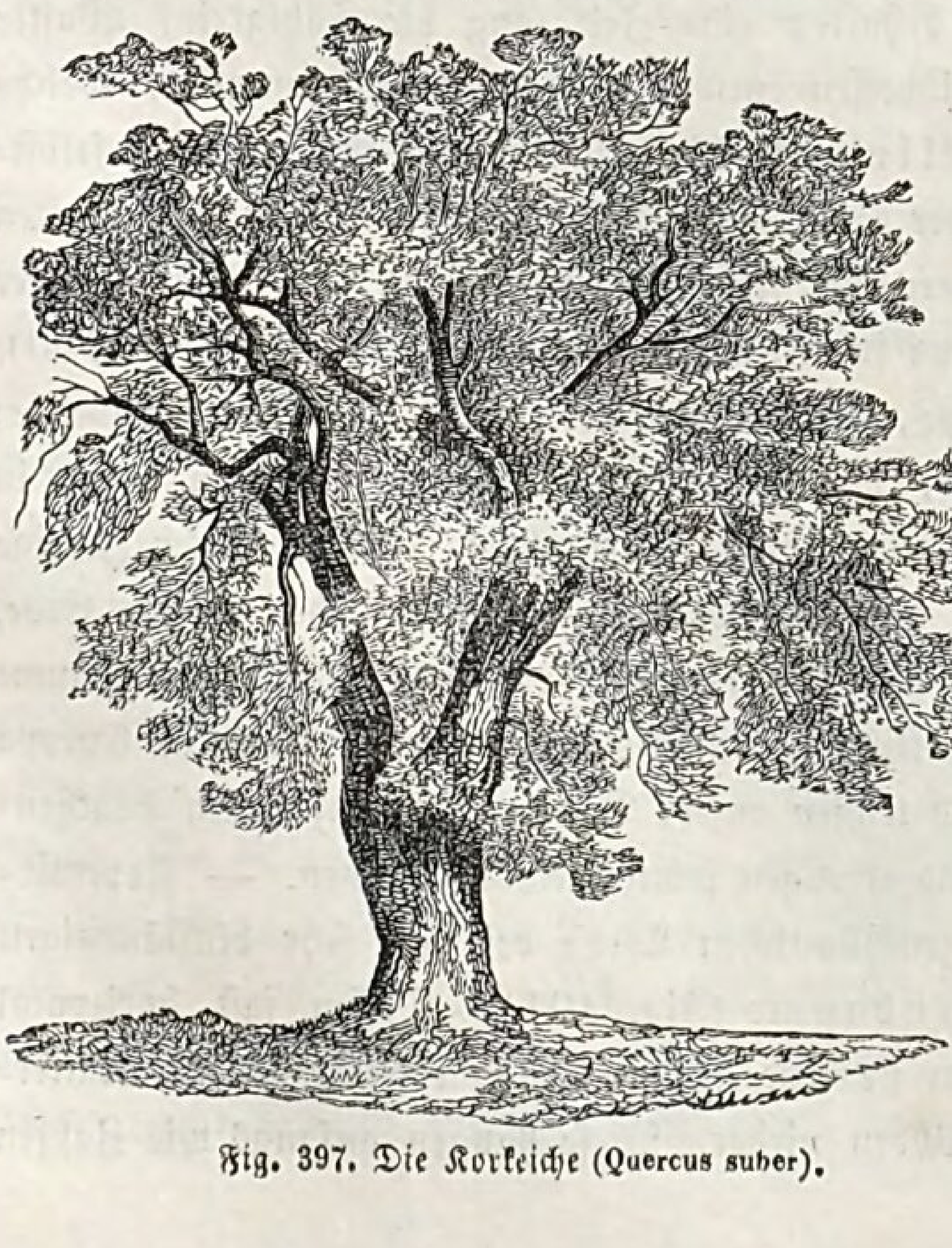


Fig. 397. Die Korkeiche (Quercus suber).



Fig. 398. Ein Zweig der Korkeiche mit Früchten; daneben ein solcher in der Blüthe.

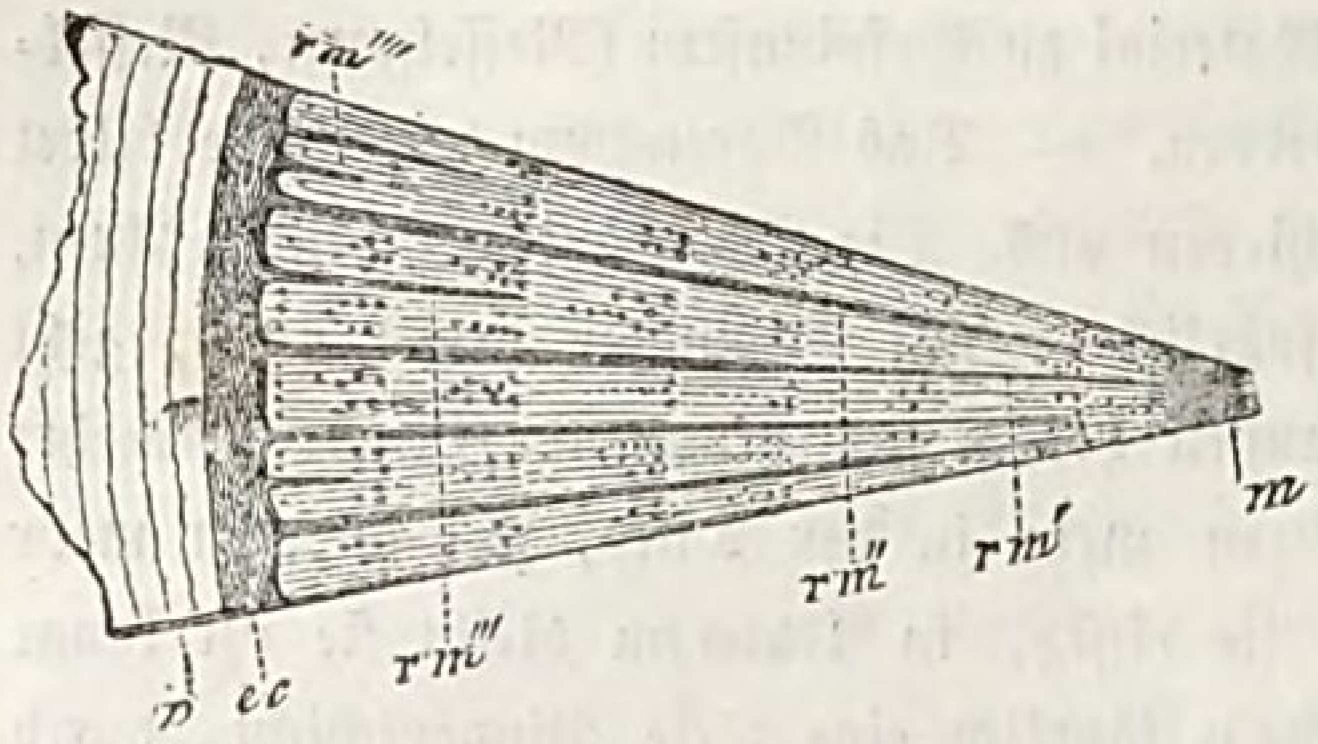


Fig. 399. Horizontaler Schnitt eines Spaltungsausschnittes des Stammes der Korkeiche. *

* *m* Mark; *rm'* Markstrahl, welcher schon im ersten Jahre vorhanden gewesen ist und sich durch alle folgenden Jahresringe fortsetzt; *rm''* und *rm'''* Markstrahlen des zweiten und dritten Jahres; *ec* Bast und grüne Rinde; *p* Korkschichten.



Fig. 400. Ein Zweig der Trauerweide (**Salix babylonica**).

Verletzung der Bastfasern und Saftgefäße, abgeschält wird. Eine geringe Anlage zur Korkbildung zeigen übrigens sehr viele Pflanzen; so bemerkt man an jungen Theilen der Pappeln und Weiden eine Menge warzenartiger Höckerchen an der Rinde, die sogenannten Rindenhöckerchen oder Lenticellen, welche nichts anderes sind, als kleine Wucherungen des Rindenparenchyms, von völlig korkartiger Beschaffenheit. Sie bezeichnen bei der Pappel zugleich den Anfang der später hervortretenden Spaltungen der Rinde.

Wird ein Theil einer Pflanze in besondere Verhältnisse versetzt, so nimmt die Zellenvermehrung, aus welcher die Lenticellen hervorgehen, eine andere Gestalt an. Bedeckt man nämlich einen Zweig oder einen Theil eines Stammes mit Erde, so entwickeln sich nicht selten an diesen Theilen Adventivwurzeln, welche sich ohne diese besondere Begünstigung nie gebildet haben würden. Man sieht diese Adventivwurzeln nicht selten unmittelbar aus den Lenticellen hervorbrechen. Ihre Bildung geht bei den Haseln, besonders aber den Pappeln und Weiden, noch sicherer vor sich, wenn man einen Stamm oder Zweig abschneidet und so wurzellos in die Erde steckt. Die Zellen desselben behalten eine Zeit lang die Fähigkeit, Wasser aus dem Boden aufzusaugen, und indessen entwickeln sich Adventivwurzeln, welche sodann die Ernährung des „Stecklings" übernehmen und ihn zu einer selbstständigen Pflanze machen. Ein solcher Steckling behält stets die Eigenthümlichkeiten der Pflanze, von welcher er genommen ist, selbst das Geschlecht. Ein Beispiel dieser Erscheinung liefert die in ganz Europa so vielfach verbreitete Trauerweide (Fig. 400). Der englische Dichter, Alexander Pope, erhielt einen Korb mit Feigen zum Geschenke; der Korb, aus Kleinasien stammend, war von den biegsamen Zweigen jener in Persien und Syrien einheimischen Weidengattung geflochten. Einer dieser Zweige hatte zufällig eine grüne Knospe, und der Dichter steckte denselben in die Erde, worauf ein Baum erwuchs, welcher weiblich war; von diesem weiblichen Baume sind alle Trauerweiden Europa's Stecklingsabkömmlinge, und man kennt in Europa den männlichen Baum gar nicht, auch tragen unsere Bäume zwar alljährlich Blüthentroddeln, allein stets nur weibliche und erzeugen somit niemals Samen. — Adventivwurzeln bilden sich in einer sehr eigenthümlichen Weise bei dem sehr dickstämmigen und verzweigten indischen Feigenbaume (Fig. 401). Dessen fast horizontal sich ausbreitende Aeste strecken, wenn sie eine gewisse Länge erreicht haben, blätterlose Sprossen gerade abwärts zum Boden nieder. Diese hangen anfangs wie Zapfen



Fig. 401. Der Banian oder indische Feigenbaum (Ficus indica).

herab, sobald sie aber den Boden erreichen, dringen sie in diese als Adventivwurzeln ein und nun, die Richtung ihrer Entwicklung allmählig umkehrend, treiben sie Seitenknospen und erzeugen aus diesen Blätter und Zweige. So wachsen sie dann selber als Bäume, ohne jedoch den Zusammenhang mit ihrer Mutterpflanze zu verlieren, und da ihre Zweige wieder neue Sprossen zum Boden niedersenken, so geht allmählig aus einem solchen Feigenbaume ein ganzer Wald hervor, in dessen Nähe die Indier ihre Tempel zu bauen pflegen. Die Umkehrung der Richtung der Axe, welche hier regelmäßig geschieht, welche man übrigens auch an jedem verkehrt, d. h. mit dem jüngsten Ende in die Erde gesteckten Weidenzweige sehen kann, gibt uns eine Aufklärung über die im Samen so allgemeine Umgekehrtheit der Richtung der Embryonalaxe gegen die Richtung der Axe der Samenknospe. Wir erkennen nun, daß die beiden verschiedenen Richtungen der Axe zum Stamme und zur Wurzel durchaus nicht ursprünglich in organischen Verschiedenheiten beruhen, daß es demnach zwischen Stamm und Wurzel keinen absoluten Unterschied geben kann. In der That gelang es bereits bei mehreren Versuchen, einen Baum geradezu umzukehren, indem man seine Krone in die Erde grub, die Wurzel aber nach oben kehrte; es bildeten sich sodann Laubknospen an den Wurzeln, welche nun das Kronengezweig darstellten, während die Zweige Wurzeläste erzeugten. So dürfen wir uns denn auch nicht wundern, ausnahmsweise mitunter aus Wurzeln Adventivknospen entspringen zu sehen, aus welchen Zweige nach oben sich entwickeln.

Der aufsteigende Saft, welcher vorzugsweise in der sogenannten Safttriebsperiode des Frühlings in unseren Klimaten in sehr reichlicher Menge in den Pflanzen wahrzunehmen ist, zeigt bei den Pflanzen im Allgemeinen die auffallendste Aehnlichkeit. So ist der Saft der Birken dem der Ahorne im höchsten Grade ähnlich und, wie jener, durch seinen Zuckergehalt theils zur Gewinnung des Zuckers selbst, theils zur Weingährung tauglich. Daß dieser Saft seinen Inhalt wirklich innerhalb der Zellen der Pflanze, durch welche er aufsteigt, durch Auflösung erst gewinne, geht deutlich daraus hervor, daß man ihn um so reicher an Zucker und

seinem übrigen Gehalte antrifft, je höher man einen Baum anbohrt, um ihn zu gewinnen. In manchen Pflanzen ist dieser Saft fast reines Wasser. So liefern einige Urticaceen der tropischen Länder aus ihren abgeschnittenen Zweigen eine, oft sehr große, Menge einer unschädlich trinkbaren, klaren Flüssigkeit. Merkwürdiger Weise ist dieses gerade bei mehreren Pflanzen der Fall, welche in ihren Milchsaftgefäßen giftige Flüssigkeiten enthalten.

Die Milchsaftgefäße sind bei vielen Trobdelträgern, besonders aber bei den Artokarpeen und Piperaceen sehr ausgezeichnet. Die Feigenbäume, sowie die Pfefferpflanzen, besitzen solche, noch so räthselhafte Gefäße, sogar inmitten des Markes, wo man an Abschnittsflächen junger Zweige deutlich den milchigen Saft ausfließen sieht. Ein solcher Milchsaft von dem brodbaumähnlichen Kuhbaume (Galactodendron utile) in der Landschaft Caraccas in Südamerika wird wie Kuhmilch getrunken. Dagegen ist der Milchsaft des Upasbaumes (Antiaris toxicaria) im südöstlichen Asien, besonders in Java, giftig und dient mit anderen furchtbaren Giften (Strychnin) vermischt zur Bereitung des Upas-Antiar, eines berüchtigten Pfeilgiftes. Der Banian und mehrere andere Feigenbaumarten sind wichtig durch die Menge von Federharz oder Kautschuk, welche in ihrem Milchsafte enthalten ist und aus derselben gewonnen wird. — Die Amberbäume liefern wohlduftende Harze (Balsame), wie z. B. der fließende Storaxbaum (Liquidambar styraciflua) den Storax oder flüssigen Amber, welcher zu Räucherkerzen verwandt wird.

Außer zahlreichen Farbstoffen, besonders grünen, gelben und braunen, welche in vielen Cupuliferen, Juglandeen, Ulmaceen, Artokarpeen, Urticaceen u. s. w. enthalten sind, und bald aus dem Holze (Quercitron von der Färbereiche, Quercus tinctoria, in Nordamerika, Gelbholz vom Färbermaulbeerbaum, Broussonetia tinctoria, in Südamerika u. s. w.), bald aus der Rinde (Erlenrinde zum Schwarzfärben), den Blättern (Schüttgrün und Schüttgelb von Birkenblättern), den Früchten (Leifen der Walnüsse und der Hickorys) gewonnen werden, sind theils sogenannte Extraktivstoffe, wie das süßschmeckende Populin aus der Rinde und den Blättern der Pappeln, theils Pflanzenalkaloide, wie das Salicin aus der Rinde der Weiden und das narkotische Fagin in der Samenhaut der Buchen, welches die betäubende Wirkung der genossenen Buchnüsse oder Bucheckern bewirkt, theils Säuren, besonders die Gerbsäure, in den Trobdelträgern vorhanden. Die Gerbsäure bildet sich in allen Rinden als Moderungsprodukt, besonders reichlich in der Eichenrinde, dann aber vorzüglich auch in den Gallen oder Galläpfeln auf den Blättern dieser Pflanze, zumal in den aus der Türkei kommenden und in den Ungarischen und Italischen sogenannten Knoppern. Diese Säure, welche mit Eisenoxydsalzen die blauschwarze Dinte, das „gerbsaure Eisenoxyd" bildet und daher auch viel in der Färberei angewandt wird, welche ferner mit dem thierischen Leime eine in Wasser unauflösliche und der Fäulniß nicht mehr unterworfene Verbindung eingeht, und daher in der Gerberei zur Verwandlung der von Leim durchdrungenen thierischen Häute in Leder so allgemein benutzt wird, ist von den Produkten der Trobdelträger keines der unwichtigsten. Unbekannt ist der Grund ihrer so reichlichen Ansammlung in den Galläpfeln, welche bekanntlich durch Insektenstiche hervorgebracht werden. Allein diese Erscheinung steht nicht ganz vereinzelt, sondern

kommt, freilich in anderer Form, auch bei den Feigenbäumen vor. Wenn nämlich die Feigen von der Feigengallwespe (Cynips psenes s. Blastophaga sycomori) angestochen werden, so sammelt sich der an Traubenzucker reiche Saft, welcher diese Früchte so beliebt macht, und welcher sie austrocknend ganz zu überzuckern pflegt, in größerer Menge an, und sie werden somit größer und schöner. Da nun aber jenes Insektchen seine Eier stets nur an die wilde sogenannte Geisfeige (Caprificus) legt, welche früher, als die cultivirte Art, gerade zu der Zeit blüht, wo es die Eier absetzen muß, so nimmt man die Früchte der wilden Feige und hängt sie auf die Zweige des cultivirten Baumes, damit die aus jenen Eiern geschlüpften Maden, wenn die sie beherbergenden wilden Feigen vertrocknen, auf die cultivirten Früchte übergehen und diese dadurch verbessern. Dieses Verfahren nennt man Caprifikation. Sind nicht auch die verfrüht gereiften schönen Aepfel und Birnen unserer Gärten regelmäßig „wurmstichig“?

Von dem innigen Zusammenhange zwischen den Pflanzen und Insekten bietet auch die Ordnung der Troddelträger bemerkenswerthe Beispiele dar. Fast keine Ordnung ist so reich, als diese an eigenthümlichen Insekten, welche sie bewohnen; die Eichen und Weiden übertreffen in dieser Hinsicht alle anderen Pflanzengeschlechter. Dabei ist es interessant, daß die nämlichen Insektenarten auf sehr verschiedenen Pflanzengattungen eines und desselben Geschlechtes zu leben pflegen. So haben die verschiedenen Weidengattungen alle die nämlichen Blattwespenarten. Das Vorkommen der ganzen Familie der Gallwespen ist für die Dicotyledoneen charakteristisch, denn nie leben solche auf einer monocotyledonischen, gymnospermen oder acotyledonischen Pflanze.

Nicht allein die krautartigen einjährigen und die verholzenden mehrjährigen Pflanzen zeigen große Verschiedenheiten in ihrer Tracht; es bieten uns die Familien der Troddelträger die mannigfaltigsten Beispiele des verschiedenartigsten Wuchses dar. Theils ist es die Stellung der Blätter und die daraus hervorgehende Anordnung der Achselknospen und somit der Zweige, welche eine Grundverschiedenheit in dem Wuchse zweier Bäume hervorzubringen vermag, theils sind es andere Verhältnisse, von denen einige sogar gewisser Abänderungen fähig sind. So kann nichts auffälliger sein, als der Unterschied in der Tracht der Eiche und der Pappel. Während erstere sich durch fast gradwinklig von einander abstehende Zweige auszeichnet, wird der schlanke Wuchs der Italienischen oder Allee-Pappel dadurch bedingt,



Fig. 402. Ein Zweig der Steineiche (Quercus robur).

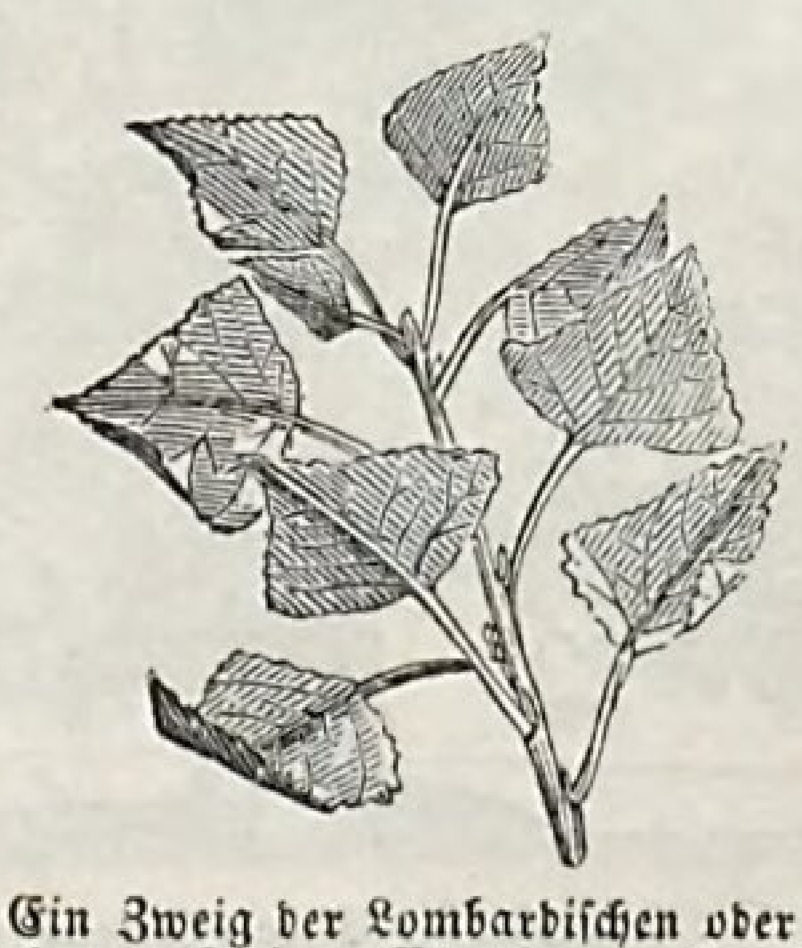


Fig. 403. Ein Zweig der Lombardischen oder Italienischen Pappel mit breitem Blattsaume (Populus dilatata).

daß alle Zweige im spitzesten Winkel auf einander gestellt sind, wie bei den Cypressen, Eigenthümlichkeiten, welche sich schon bei Zweigen dieser Bäume in der Stellung der Knospen und selbst der Blätter ausdrücken (Fig. 402 und 403). Wieder andere Verschiedenheiten werden durch das verschiedene Verhältniß der Streckung und Dicke der Internodien der Zweige bewirkt. Es ist die außerordentliche Länge und Dünnheit dieser Axenabschnitte, welche den Weiden ihre Eigenthümlichkeit verleiht, und welche bei der Trauerweide das malerische Herabhangen der Zweige bewirkt. Die Birke nimmt nicht selten eine ähnliche Tracht an, obgleich dieselbe im Allgemeinen diesem Baume nicht zukommt; man unterscheidet darnach eine Spielart oder Varietät: die Hängebirke (Fig. 404). Bei der Eiche (Fig. 405) findet sich auch zu diesem Wuchse gleichsam das Gegentheil, die auffallendste Starrheit. Endlich weicht der Wuchs einer und derselben Pflanzengattung je nach dem Klima beträchtlich ab. Jene nämliche Birke, welche in den tieferen Gegenden Mitteleuropa's ein so schöner Baum ist, erhebt sich auf den höheren Gebirgen und im hohen Norden nur als ein krüppeliger Strauch, indem, ähnlich wie bei den Haseln (Seite 883), die gerade Fortsetzung der Hauptaxe frühzeitig eingeht und bei den Zweigaxen dasselbe sich wiederholt.



Fig. 404. Die gemeine Birke (Betula alba), Spielart mit hangenden Zweigen (varietas pendula).

In den tropischen Gegenden würde man, von der Ansicht ausgehend, daß einzig die Winterkälte und Sommerwärme die periodische Entwicklung der Bäume hervorrufe, keine Spur von Jahresringen im Holze der Bäume zu finden erwarten. Zwar gibt es nun allerdings manche Pflanzen, bei welchen der Uebergang der verschiedenen Holzschichten in einander so allmählig ist, daß man keine Zählung von Jahresringen vorzunehmen vermag, allein es findet sich dieses in den tropischen Gegenden kaum häufiger, als bei uns, und in diesem Falle ist mitunter durch die verschiedene Länge der Markstrahlen, welche man beobachten kann, die Bezeichnung der einzelnen Jahresschichten dennoch möglich. Die Perioden des Wachsthumes werden durch innere, noch

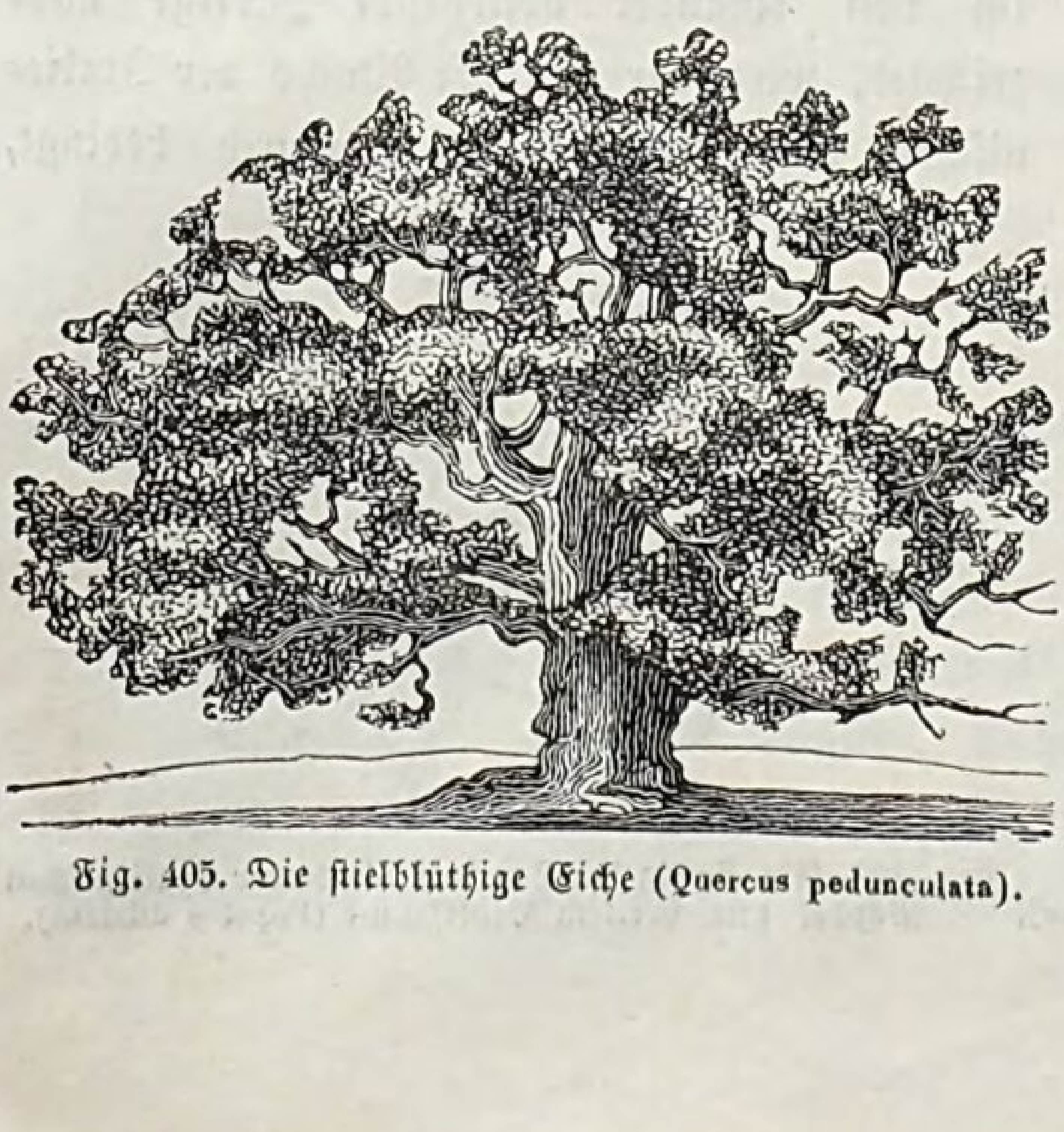


Fig. 405. Die stielblüthige Eiche (Quercus pedunculata).

nicht ergründete, Bedingungen der Pflanze selbst hervorgebracht. Werfen doch auf der Insel Madeira die aus Europa vor Jahrhunderten nach sichern geschichtlichen Nachrichten dorthin verpflanzten Bäume noch jetzt, nebst ihrer Nachkommenschaft, dem Klima zum Trotze, ihr Laub zu der nämlichen Zeit ab, wo in ihrer Stammheimath der Herbstlaubfall eintritt. — Ebenso ist auch die Dicke der verschiedenen Jahresringe, so sehr sie einestheils von Gunst oder Ungunst der Jahreswitterung abhangt, so sicher man auch durch die Ungleichheit derselben auf dem Querschnitte eines Stammes die wärmeren oder kälteren Jahre und die Stellung gegen Norden und Süden nachweisen kann, nicht allein von äußeren Einflüssen bedingt. Vielmehr hat jeder Baum eine Periode stärkster Zunahme, wie z. B. die Eiche zwischen den zwanzig und dreißig Jahren.

Eichen, besonders aber Weiden, bieten die merkwürdigsten Belege dar für die Wahrheit, daß nur die zunächst unter der Borke befindlichen Theile des Bastsystemes, des Cambium und des Splintholzes, die Vermittler des Lebens im Stamme sind, indem man diese Bäume nicht selten so völlig durch die vom Marke ausgehende Fäulniß gehöhlt findet, daß nur eine dünne und oft sogar ganz unvollständige Wand stehen bleibt, auf welcher dennoch die Zweige grünen.

Manche Bäume der Ordnung der Troddelträger erreichen ein außerordentlich hohes Alter. Man kennt die „tausendjährigen“ Eichen; es gibt solche, welche 1600 Jahre erreicht haben. Die Ulmen, Kastanien- und Walnußbäume und Platanen scheinen ein ähnliches Alter erlangen zu können; mit Sicherheit kennt man Ulmen von 355 Jahren, Kastanienbäume von 360 und 626, Walnußbäume von 600, Platanen von 720 Jahren. Auch die Feigenbäume gehören mitunter zu den ältesten Zeugen der vergangenen Jahrtausende.

Artokarpeen und Urticaceen gehören zu den charakteristischen Pflanzen der heißen Zone und erstrecken sich nur mit wenigen und geringen, letztere nur mit krautigen, Arten in die gemäßigten Zonen hinein. Die Piperaceen, Chlorantheen, Balsamifluen beschränken sich ebenfalls auf die heiße Zone. Die Cupuliferen beginnen mit immergrünen Eichen in den etwas höheren Regionen der Tropengegenden und auf den Grenzen der heißen und gemäßigten Zone. Für letztere sind die laubwechselnden Cupuliferen, die Ulmaceen, Juglandeen und Betulaceen bezeichnend, und die letztere Familie geht mit den Salicineen bis in die kalte Zone hinein. Bis zu einem gewissen Grade ist der Mensch im Stande, die natürliche Verbreitung der Pflanzen zu verändern, indem er einerseits sie ausrottet, andererseits sie anpflanzt. Mitunter wird er, ohne seine Absicht, der Verbreiter von Pflanzengattungen, ja selbst von solchen, welche er überall als lästige Feinde betrachtet und zu vertilgen sucht. Die Nesseln bieten hievon ein Beispiel dar; sie folgen dem Menschen auf jeder Spur und, ohne daß der Grund genügend ermittelt wäre, siedeln sie sich neben der einsamsten Hütte an und bezeichnen, noch auf dem Schutte derselben wachsend, daß die längst wieder verlassene Einöde wenigstens vorübergehend bewohnt war.

Dritte Ordnung.

Die Spinatgewächse. Oleraceæ.

Die Ordnung der Spinatgewächse oder Oleraceen umfaßt die Familien der Polygoneen, Nyktagineen, Chenopodiaceen und Amaranthaceen.

Die Pflanzen der Familie der Knöteriche oder Polygoneen (Polygoneæ), zu welcher die Buchweizen- oder Heidekornpflanze (Fig. 406), nebst vielen anderen Gattungen aus dem Geschlechte der Knöteriche (Polygonum), sowie die Ampfer (Rumex) und Rhabarber (Rheum) gehören, sind Kräuter mit knotig gegliederten Stengeln, deren Blätter (Fig. 407) mitunter ähnlich wie die Blätter der



a b

Fig. 406. Der Buchweizen (Polygonum fagopyrum). *

* a Ein Abschnitt vom unteren Theile der Pflanze; b ein blüthentragender Stengel.

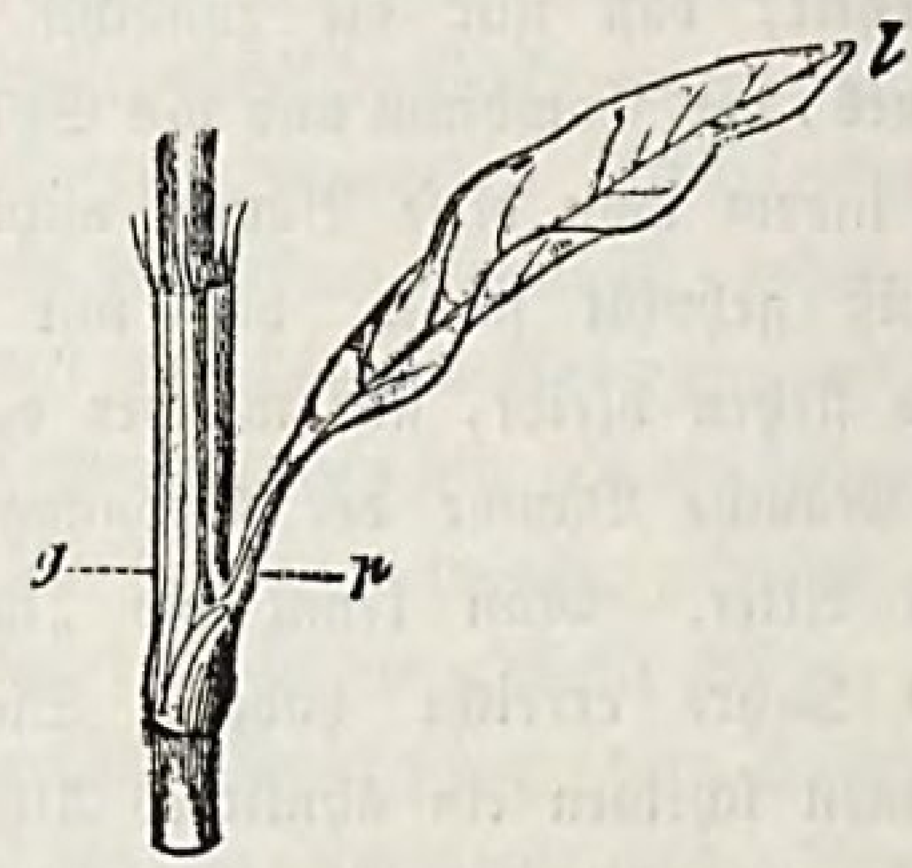


Fig. 407. Ein Stengelstück des Wasserpfefferknöterich (Polygonum hydropiper) mit einem Blatte. *

* l Blattspreite; p Blattstiel; g Blattscheide, theils aus dem Blattstiele, theils aus den Nebenblättern gebildet und oben in Spitzchen auslaufend.

Tradeskantien, mit Blattscheiden so vollkommener Bildung versehen sind, daß sie, anstatt eines Blattstieles, eine völlig geschlossene röhrenförmige Tüte besitzen, welche, durch völlige Verwachsung der Nebenblätter, noch über den Grund der Blattspreite am Stengel hinaufreichen und diesen manschettenartig, wie die Blattscheiden der Schafthalme, umgeben. Wo solche Blattscheiden nicht frei ausgebildet sind, da bemerkt man oft deutlich, daß sie mit der Stengelaxe verwachsen sind, und in diesem Falle sitzen die Blattspreiten unmittelbar am Stengel, oder aber der Blattstiel ist stengelartig ausgebildet und erscheint dann um so länger; ersteres zeigt sich besonders häufig an den oberen, letzteres an den untersten Blättern einer Pflanze. Die Blätter sind in der Knospenlage sehr eigenthümlich auswärts gerollt. — Die Polygoneen besitzen häufig roth gefärbte Stengel und selbst solche Blätter. Ihre Blüthen stehen in Rispen zahlreich beisammen und haben ein meistens röthlich weiß gefärbtes Perigon, welches aus dreien oder fünf großentheils mit einander verwachsenen Blättern gebildet ist. In der Mitte dieses Perigons erhebt sich ein Fruchtknoten, welcher aus dreien Karpellen gebildet, und daher mit dreien Griffeln gekrönt ist. Die Narben dieser Griffel sind bei einigen Gattungen sehr schöne federartige oder pinselförmige Köpfchen. Rings um den Fruchtknoten stehen die Staubfäden, zwischen diesen aber noch kleine Nektarien, welche selber nichts anders sind, als unentwickelte oder metamorphosirte Staubfäden. Die Stellung aller dieser Organe ist sehr sonderbar, indem die einen offenbar weiter nach innen stehen, als die anderen,

und während die letzteren ihre Staubbeutel ganz, wie dieses meistens der Fall zu sein pflegt, nach innen kehren und auf dieser Seite aufspringen, so ist es bei ersteren gerade umgekehrt (Fig. 408). In Wirklichkeit darf man nicht annehmen, daß alle diese Staubfäden Quirlen angehören, welche unmittelbar aus der Blüthenaxe entspringen, sondern es sind vielmehr drei unentwickelt gebliebene Zweigaxen, welche in den Achseln dreier Perigonblätter entspringen, um welche die Staubfäden und Nektarien in dreien besonderen, freilich durch die gedrängte Lage einigermaßen schiefen Quirlen geordnet stehen. Man findet leicht auf dem Diagramm der Blüthe (Fig. 409) diese drei zweigständigen Gruppen heraus. Der Fruchtknoten umschließt eine einzige, unmittelbar als Endknospe der Blüthenaxe auftretende Samenknospe, deren Entwicklung uns schon früher als ein sehr einfaches und vollständiges Beispiel der Entwicklung dieses Organs diente (Fig. 410). Innerhalb dieser Samenknospe bildet sich neben dem Embryo ein sehr beträchtliches Endosperm, dessen Mehlreichthum und Klebergehalt die Früchte des Buchweizens zu so nahrhafter und in vielen Gegenden das Getreide ersetzender Speise machen. Der Keimling nimmt in diesen Samen eine sehr eigenthümliche Lage an; durch das frühzeitig eine ziemliche Festigkeit erlangende Endosperm gedrängt, liegt derselbe diesem seitlich angedrückt, und durch seine Längenausdehnung ist er gezwungen, sich zu krümmen (Fig. 411). Die drei Karpelle verwachsen mit den Samendecken, so daß die dreikantige, den Buchnüssen ähnliche Frucht somit wesentlich die nämliche Bildung besitzt, welche wir bei den Grasfrüchten kennen lernten. Bei den Ampfergewächsen, deren

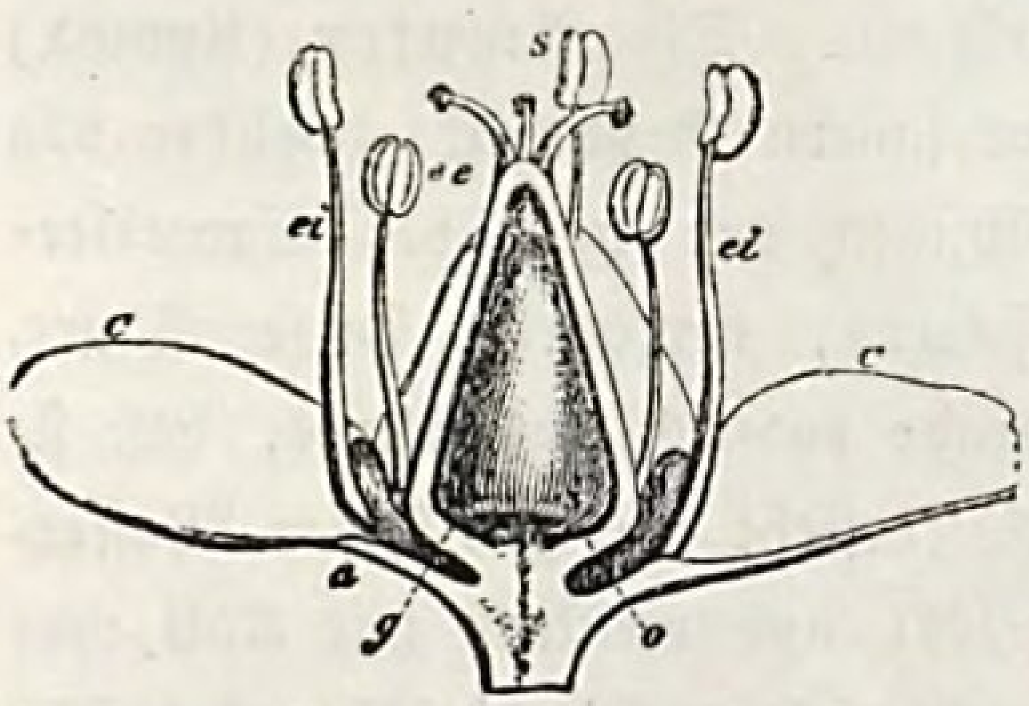


Fig. 408. Vergrößerte Darstellung einer Buchweizenblüthe, senkrecht durchschnitten. *

* cc Perigonblätter; g Fruchtknoten; o Samenknospe; s drei Griffel; ei innere Staubfäden, mit Staubbeuteln, welche dem Fruchtknoten abgewendet sind; ee äußere Staubbeutel, dem Fruchtknoten zugewandt; a Nektarien oder verkümmerte Staubfäden.

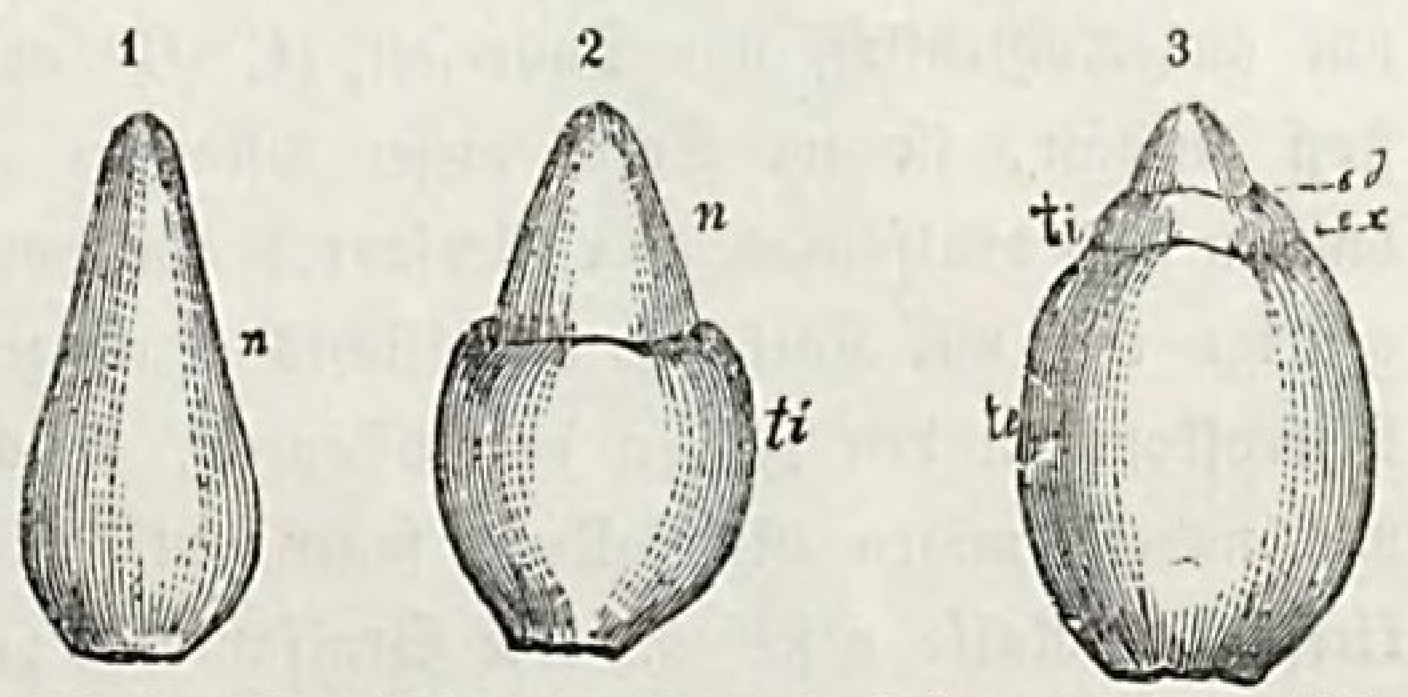


Fig. 410. Entwicklung des Samenknöspchens des doldenrispigen Knöterich (Polygonum cymosum), vergrößert. *

*1 Der einfache Knospenkern n; 2 derselbe von der ersten Samendecke ti am Grunde umgeben; 3 derselbe von der inneren Samendecke ti fast ganz umhüllt, letztere schon großentheils von der äußeren Samendecke te umgeben; ex äußerer Rand der Mikropyle; ed innerer Rand derselben.



Fig. 409. Diagramm der Buchweizenblüthe. *

* a Axe des Blüthenstandes; die Bogenlinien bezeichnen die fünf in zwei dreizähligen Quirlen, von denen der eine unvollständig ist, geordneten Perigonblätter. Innerhalb dieser sind die Staubbeutel und Nektarien bezeichnet, erstere lassen die Seite erkennen, an welcher sie aufspringen. In der Mitte befindet sich der dreikantige Fruchtknoten mit den drei Narben und dem axenständigen Samenknöspchen.



Fig. 411. Die Frucht des Buchweizens, senkrecht durchschnitten, vergrößert, um die aus der Verwachsung der Karpelle und Samendecken gebildete lederartige Nußschale, und innerhalb das Endosperm und den zur Seite gedrängten Embryo mit seinen unten gekrümmten Cotyledonen zu zeigen.

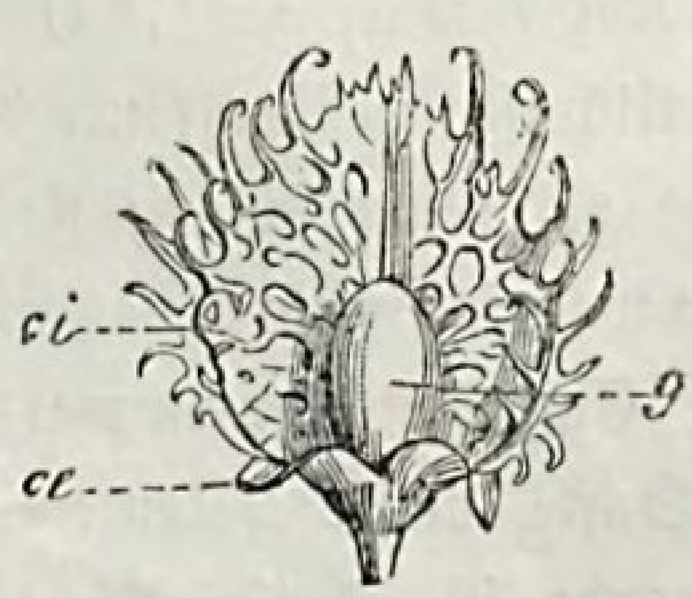


Fig. 412. Das Perigon des hakentragenden Sauerampfers (Rumex uncatus).*

* ce Kelchblättchen; ci Kronenblätter; g der mittlere, schuppenartige Theil der letzteren.

*

einige Arten durch Fehlschlagen diklinische Blüthen zu haben pflegen, besteht das Perigon (Fig. 412) deutlicher, als bei den Knöterichgattungen, aus zweien Quirlen, welche hier beide vollzählig sind; die drei äußeren sind dabei viel kleiner und können als Kelchblätter von den drei inneren Kronenblättern unterschieden werden. Letztere sind sehr seltsam gebildet. Ihr mittlerer Theil stellt nämlich ein glattes eiförmiges Schüppchen dar, der Saum desselben aber ist sehr breit, von netzartig verzweigten Adern durchzogen, welche am Rande in sehr lange und hakenförmig umgekrümmte Spitzen auslaufen. Diese drei Blätter bleiben später an der Frucht als eine dreiseitige spreuartige Hülle befestigt.

Eine Knöterichgattung heißt die lebendiggebärende (Polygonum viviparum), weil in ihrem Fruchtknoten sich anstatt der Samenknospe eine zwiebelähnliche Bulbille zu erzeugen pflegt, welche, von der Blüthenaxe losgetrennt, auf dem Boden unmittelbar zu einer neuen Pflanze wird. Es ist dieses Beispiel einer solchen Metamorphose der Samenknospe das einzige bei den Dicotyledoneen.

Mehrere dem Buchweizen nahe verwandte Knöteriche liefern mehlreiche Früchte. Sie gehören besonders dem nördlichen Europa und anderen sehr gemäßigt warmen Ländern an, in welchen die besseren Getreide nicht mehr gerathen. Ihr Nutzen ist um so größer, als sie auf jedem Boden und ganz ohne Düngung gedeihen, und außer der Frucht auch treffliches Grünfutter darbieten. Die Ampfer (Rumex) haben meistens einen sehr starken, aber angenehm sauern Geschmack, welcher von einer eigenthümlichen, im Pflanzenreiche sehr häufigen und nach der Sauerkleepflanze (Oxalis) benannten Säure, der Oxalsäure, herrührt. Diese Säure, welche sich unter den Pflanzensäuren in hohem Grade dadurch auszeichnet, daß sie nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff ($C^2\ O^3$ oder $\ddot{C}$) besteht und gar keinen Wasserstoff enthält, ist im Safte dieser Pflanzen aufgelöst und meistens mit Kali verbunden als oxalsaures oder kleesaures Kali oder „Kleesalz.“ Da dieselbe aber sehr geneigt ist, mit Kalk ein unlösliches Salz zu bilden, so bemerkt man unter dem Mikroskope in den Zellen der Pflanzen, welche sie enthalten, sehr häufig Büschel von nadelförmigen Krystallen, sogenannte Raphiden (Seite 804), welche aus kleesaurem Kalke bestehen. Die Oxalsäure ist von allen organischen Mischungen diejenige, welche an Sauerstoff den größten Reichthum besitzt; dieselbe schließt sich sehr nahe an die Kohlensäure, welche wir als eine der allgemeinen Nahrungssubstanzen der Pflanzen kennen gelernt haben. Da nun die Grünpflanzen sämmtlich Sauerstoff abscheiden, so liegt es sehr nahe, zu vermuthen, daß sich dabei zunächst aus der Kohlensäure Oxalsäure bilde: aus einer doppelten Verhältnißmenge von Kohlensäure $= C^2\ O^4$ wird Oxalsäure $= C^2\ O^3$, indem ein O verloren geht. Wirklich ist die Oxalsäure diejenige Säure, welche man am Allgemeinsten im Pflanzenreiche verbreitet findet; sie scheint keiner Grünpflanze zu fehlen. Aus ihr bilden sich dann wahrscheinlich die anderen organischen Mischungen, welche an Sauerstoff ärmer sind.

Einige Polygonumarten liefern eine herrliche blaue Farbe, das Indigo. Der im Safte dieser Pflanzen enthaltene Farbstoff, welcher dem Chlorophyll sehr nahe verwandt ist, heißt Isatin ($NC^{16}\ H^5\ O$), und ist stets mit Wasser verbunden. Dieser Stoff ist völlig farblos und wird auch „Indigweiß“ genannt. Durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft oxydirt derselbe und wird so in Indigblau ($NC^{16}\ H^5\ O^2$) verwandelt.

Die den Ampfern sehr nahe verwandten Rhabarber (Fig. 413) geben, wie jene, in ihren Blättern ein treffliches Gemüse. Außerdem aber liefern sie eines der bekanntesten Arzneimittel in ihrer sogenannten Wurzel, welche das Rhabarberin enthält, einen sehr herben und bitter schmeckenden und stark gelbfärbenden Stoff. Sie knirschen außerdem von oxalsaurem Kalke. Die Rhabarberwurzel ist keine Wurzel, sondern eine Art von Rhizom, nämlich die sehr kurz bleibende, dabei aber aufrecht stehende und unmittelbar abwärts in die Wurzel verlängerte Axe der Pflanze, welche ganz im Boden verborgen bleibt und, den Zwiebelaxen ähnlich, alljährlich einen einjährigen, krautigen Zweig (Schaft) mit zahlreichen Blättern hervortreibt, welcher gewöhnlich für den eigentlichen Stamm angesehen wird. Da die Blätter hauptsächlich am untersten Theile dieses Zweiges sehr dicht zusammengehäuft stehen und besonders, bevor derselbe anfängt sich zu verlängern, eine Art Rosette bilden, welche unmittelbar auf dem Boden liegt und aus der „Wurzel" zu kommen scheint, so nennt man solche Blätter „Wurzelblätter." Derartige „ausdauernde Wurzeln" und Wurzelblätter sind eine sehr häufige Erscheinung bei dicotyledonischen Pflanzen. Die Ampfer besitzen eben solche, und unter den Knöterichen ist eine auf unsern Wiesen gemeine Art (Polygonum bistorta), deren Rhizom eine höchst seltsame Form annimmt, indem es, im Boden schief ansteigend, sich in plötzlichen Krümmungen hin und her windet, um nicht an die Oberfläche zu gelangen.



Fig. 413. Der Rhabarber mit handförmigen Blättern (Rheum palmatum).

Die Familie der Nyktagineen (Nyctagineæ) ist den Polygoneen sehr nahe verwandt, obgleich die Tracht der Pflanzen, welche zu ersterer gehören, durch die Einfachheit der ganz scheiden- und nebenblattlosen Blätter auf den ersten Blick ebenso sehr abweicht, als die ausgezeichnete Größe der Blüthen. Es ist hier vorzüglich die beliebte Schweizerhosenblume oder Wunderblume unserer Gärten zu nennen, deren große trichterförmige Blumen die Merkwürdigkeit darbieten, daß sie auf einer Pflanze theils weiß, theils gelb, theils roth, theils von beiden letztern Farben mit weiß bunt gefärbt sind. Der Kelch dieser Blumen (Fig. 414 und 415) ist fünfblätterig, mit eben solcher Stellung, wie beim Buchweizen; die Kronenblätter sind zu einer langen Röhre mit fünflappigem, trichterförmigen Rande verwachsen, welche in der

Knospenlage faltig rechts herum zusammengedreht liegt; der unterste grüngefärbte Theil dieser Röhre, welcher vom Kelche umhüllt ist, bildet eine verdickte, bauchig aufgeblasene Höhlung um den Fruchtknoten, welcher in einen einzigen sehr langen Griffel mit kopfförmiger Narbe (Fig. 416) ausläuft. Dieser Griffel ist in der Knospenlage, weil er sich frühzeitig verlängert, spiralig eingerollt und später noch gekrümmt (Fig. 417). Um den Fruchtknoten stehen fünf eigenthümliche Körper, abgerundeten Schuppen ähnlich, deren jeder ein Büschelchen von Staubfäden um seinen Gipfel trägt (Fig. 418). Diese Körper sind Zweigaxen von plattgedrückter Form; nach der Betrachtung derselben kann über die wahre Bedeutung der Anordnung der Staubfäden der Polygoneen (Fig. 409) kein Zweifel bleiben. Bei der Ausbildung der Frucht, welche auch hier nur einen aufrechten Samen enthält, fällt die Blumenkrone ab, soweit sie bunt gefärbt ist, während ihr unterer grüner Theil als ein Behälter um den Fruchtknoten stehen bleibt (Fig. 419). Dieser Theil entspricht offenbar den Blattstielblättern, während der bunte Trichter aus den Blattspreiten gebildet war, die somit von ersteren sich durch Narbenbildung ablösen. Der grüne Fruchtbehälter ist oben offen, und aus der Mündung ragt ein Ueberrest des vertrockneten Griffels hervor (Fig. 420). Der Kelch bleibt ebenfalls bis zur Fruchtreife stehen. Der Embryo hat in dem Samen der Wunderblume eine noch eigenthümlichere Lage, als bei den Polygoneen, indem derselbe hier durch sehr starke Verlängerung seiner Cotyledonen das Wurzel-



Fig. 414.
Diagramm einer Blüthe der Schweizerhose (Mirabilis jalapa) *

* Die äußeren Bogenlinien bezeichnen den Kelch, die inneren gefalteten Linien die Krone in ihrer Knospenlage; die fünf Kreise bedeuten die Staubfädenbüschel; der Centralkreis ist der Fruchtknoten.

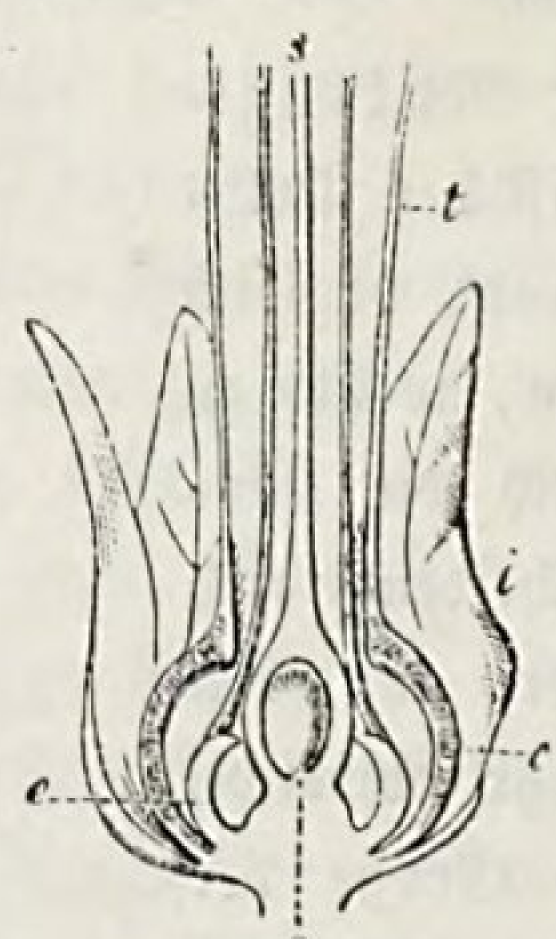


Fig. 415. Der untere Theil der Schweizerhosenblüthe, senkrecht durchschnitten *

* *i* Kelchblätter; *t* Blumenkronentrichter; *c* unterer aufgeblasener Theil desselben (Fruchtknotenbehälter); *e* Zweigorgane, auf welchen die Staubfadenbüschel stehen; *s* Griffel; *o* Samenknospe.

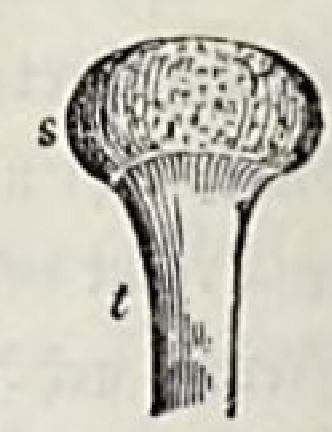


Fig. 416.
Der obere Theil des Griffels, *t*, mit der kuglig kopfförmigen Narbe, *s*, aus der Schweizerhosenblüthe, vergrößert.

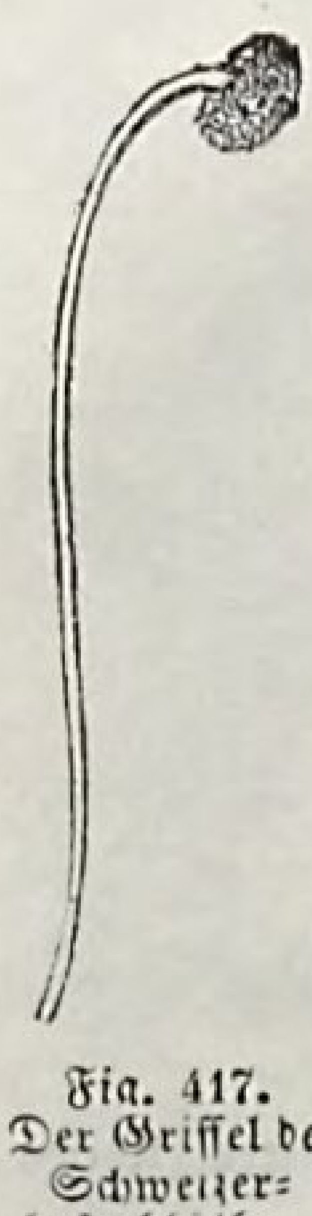


Fig. 417.
Der Griffel der Schweizerhosenblüthe.



Fig. 418. Eine der Zweigaxen in der Schweizerhosenblüthe mit ihrem Staubfadenbüschel.

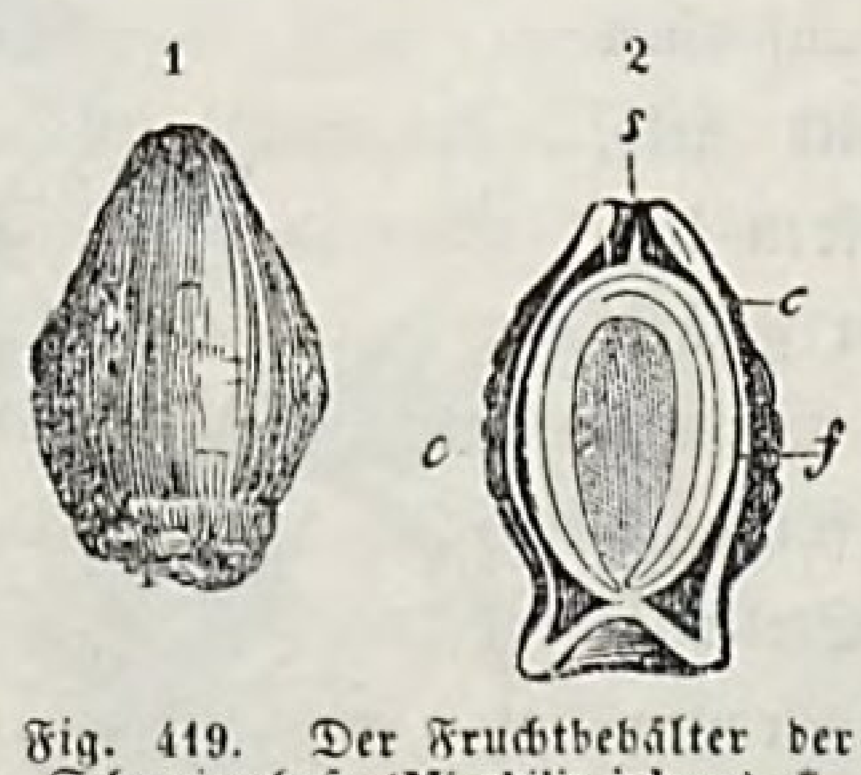


Fig. 419. Der Fruchtbehälter der Schweizerhose (Mirabilis jalapa). *

* 1 Der Behälter von außen. — 2 derselbe im Durchschnitte; *c* verhärteter Behälter; *f* die eigentliche innerlich mit dem Samen verwachsene Frucht; *s* ein Ueberrest des Griffels.



Fig. 420. Die ganze Frucht der Schweizerhose mit ihren Hüllen, senkrecht durchschnitten *

* *i* Kelch; *c* Behälter, innerhalb dessen am Grunde die Staubfadenträger noch bemerkbar sind; *f* die eigentliche Frucht; *p* Endosperm; *e* Embryo.

ende des Axenorganes, bei der Unmöglichkeit, dasselbe durch die Mikropyle herauszutreiben, an der den Cotyledonen entgegengesetzten Seite zwischen dem Endosperm und der Samendecke hinabschiebt, und so endlich hufeisenförmig um das Endosperm gekrümmt liegt. Dabei ist das Wurzelende dann nicht mehr der Mikropyle zugewandt (Fig. 421). — Die Wunderblume gehört zu denjenigen Pflanzen, deren Blüthen an Pollen sehr arm sind; man findet in allen Staubbeuteln einer Blüthe zusammen nur etwa 300 Pollenzellen.

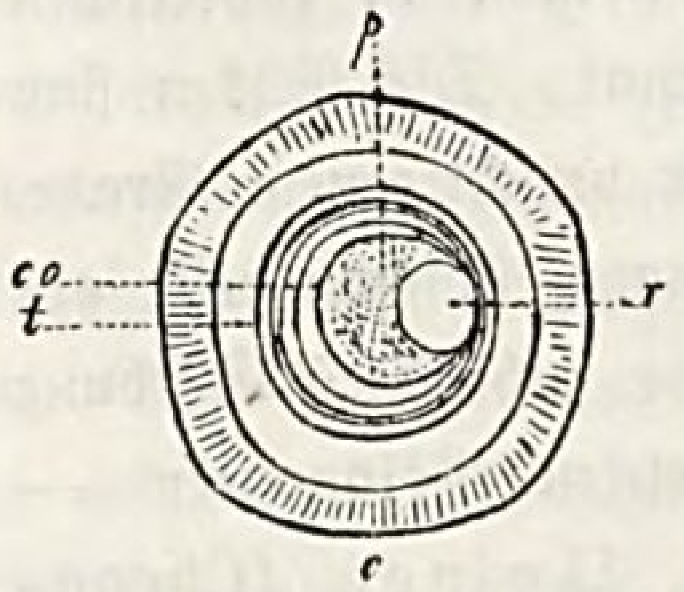


Fig. 421. Horizontaler Schnitt durch die ganze Frucht, ohne den Kelch. *

* c Behälter; t Frucht- und Samenschaale; co Cotyledonen des Embryo; r Axenorgan desselben; p Endosperm.

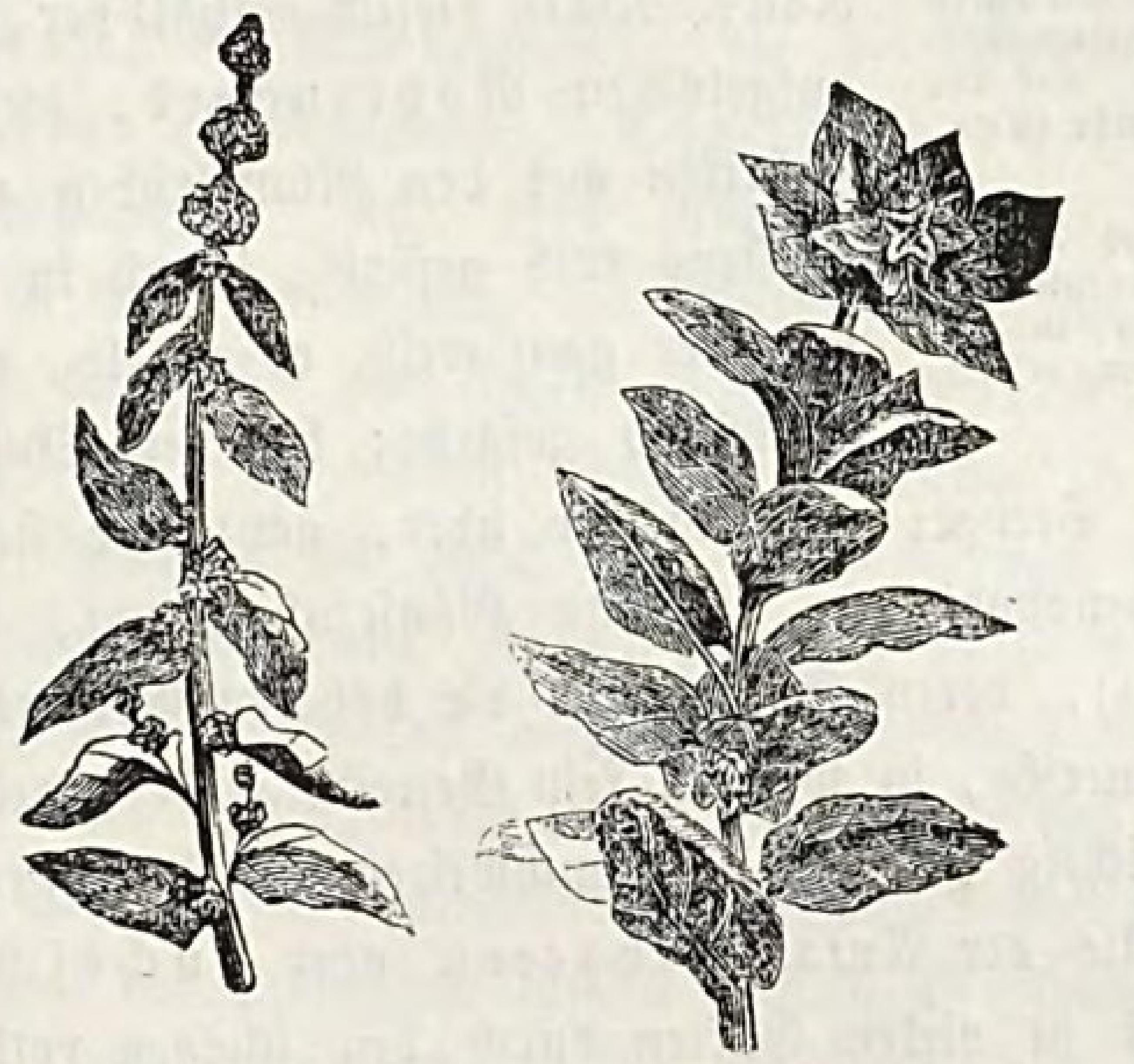


Fig. 422. Der Gemüsespinat (Spinacia oleracea).

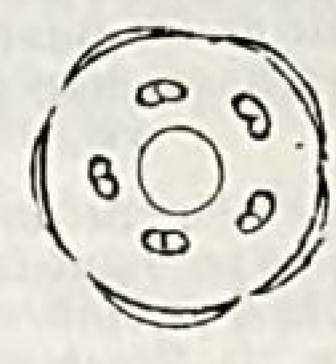


Fig. 423. Diagramm einer Blüthe des grauen Gänsefußkrautes (Chenopodium album). *

* Fünf Kelchblätter; fünf Staubbeutel, in der Stellung den Kelchblättern entsprechend, weßhalb der Kronenquirl offenbar fehlt; ein Fruchtknoten.

Die Familie der **Chenopodiaceen** oder **Melden** (Chenopodiaceae), zu welchen die Geschlechter der **Melden** (Atriplex), der **Gänsefußpflanzen** (Chenopodium), der **Mangolde** (Beta), der **Spinate** (Fig. 422) und der **Salzkräuter** (Salsola) gehören, hat mit derjenigen der Polygoneen in der Tracht sehr große Aehnlichkeit. Die sehr unscheinbaren, aber in außerordentlich reichzähligen Blüthenständen vereinigten Blüthen bestehen nur aus einem drei- bis fünfzähligen Kelche, innerhalb dessen der Kronenquirl meistens ganz unentwickelt geblieben ist, und die fünf Staubfäden stehen daher scheinbar in den Achseln der Kelchblätter (Fig. 423). Beim Spinate springen dieselben in ähnlicher Weise elastisch auf, wie bei dem nesselartigen Wandkraute (Seite 899). Der Embryo des Samens ist, wie bei den Wunderblumen, gekrümmt. Die Mangolde zeichnen sich aus durch die ungeheure Entwicklung ihrer sogenannten Wurzeln, welche von verschiedenen Abarten derselben, der gemeinen **Runkelrübe**, der **Blutrübe** u. s. w. als Futter für Thiere und selbst als Speise der Menschen benutzt wird. Diese Wurzel ist wiederum ein rhizomartiger Stamm; derselbe treibt an seinem oberen Ende sehr zahlreiche Blätter, deren ältere Kreise durch die jüngeren immer mehr nach außen gedrängt werden. Bei der wilden Pflanze verdickt er sich nicht sehr beträchtlich, die cultivirte Art aber erzeugt sehr bedeutende Massen saftreichen Parenchyms, welches von den Gefäßbündeln der einzelnen Blätterkreise durchzogen und in concentrische Schichten abgetheilt ist. Die Gefäßbündel können daher hier nicht einen gemeinsamen, geschlossenen Holzring bilden, sondern erscheinen in einer großen Anzahl concentrischer Ringe und sehr zerstreut. Aus diesem Grunde eignen sich derartige „Rüben" in hohem Grade zu Untersuchungen der Gewebe, indem man hier mit Leichtigkeit Gefäße absondern kann, um sie allein zu betrachten (Fig. 424). In den Zellen sieht man



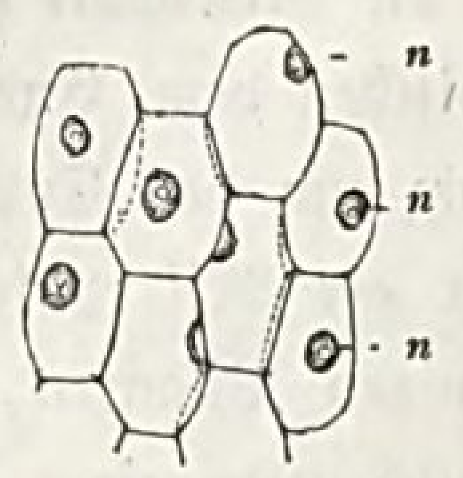


Fig. 424. Fig. 425.

Fig. 424. Luftgefäß mit unten einfacher, oben doppelter Spiralleiste im Innern, aus der gemeinen Runkelrübe (Beta vulgaris).

Fig. 425. Zellen des Parenchyms der Runkelrübe mit deutlichen Cytoblasten, *n*, in welchen die Kernbläschen erkennbar sind.

oft ausgezeichnet deutlich die Cytoblasten, welche als ziemlich kugelig linsenförmige Körper mit noch kleineren Kernbläschen erscheinen (Fig. 425). Die Cytoblasten haben bei allen Dicotyledoneen gewöhnlich eine solche Form, während sie bei den Monocotyledoneen mehr eiförmig zu sein pflegen. — Auch Raphiden sind in den Zellen der Runkelrüben häufig (Fig. 255). Sie bestehen aus oxalsaurem Kalke. Neben diesem enthält der Zellensaft reichliche Mengen aufgelösten Rohrzuckers, welchen man in zahlreichen Fabriken aus den Runkelrüben gewinnt. Die Rüben sind meistens roth gefärbt, jedoch in sehr verschiedenem Grade, mitunter ganz weiß, oder gelb, mitunter schichtenweise abwechselnd gefärbt; bei der Blutrübe geht diese Färbung sogar auf die Stengel und Blätter über, ganz wie bei vielen Polygoneen. — Unter den Chenopodiaceen ist eine Gänsefußgattung, die Quinoa (Chenopodium quinoa), deren Samen für die höheren Gebirgsgegenden von Chili und Peru in Südamerika, in welchen kein Getreide mehr gedeihen will, als Mehlfrucht nicht minder wichtig ist, als der Buchweizen für Nordeuropa.

Die Familie der Amaranthaceen oder Fuchsschwanzgewächse (Amaranthaceae) ist in vielen Gärten durch den schönen rothen Fuchsschwanz (Amaranthus caudatus) vertreten. Die Blüthenbildung ist derjenigen der Chenopodiaceen sehr ähnlich, nur stehen unter jeder Blüthe noch einige Deckblätter; alle Blüthentheile sind „amaranthroth," sowie, freilich minder rein und schön, die Stengel und Blätter. Der aus gehäuften Rispen bestehende Blüthenstand dieser Pflanze ist wohl der blüthenreichste im Pflanzenreiche; die einzelnen Blüthchen sind dabei kaum erkennbar. Es gehören zu dieser Familie noch einige Gemüsepflanzen und Unkräuter, dann aber auch der herrliche Hahnenkamm (Celosia cristata), eine Zierpflanze aus China, deren Blüthenstand die ausgezeichnetsten hahnenkammförmigen Bandirungen der Axenorgane zeigt (Seite 779). Das Unterscheidungsmittel dieser Familie ist das Vorhandensein eines Mittelsäulchens im Fruchtknoten, an welchem sich mehrere Samenknospen befinden. Dasselbe ist auch der Fall bei dem neuseeländischen sogenannten „Spinate" (Fig. 426), welcher jetzt mitunter als Gemüse angebaut wird und welcher mit dem gemeinen Spinate so viele Aehnlichkeit besitzt, als mit den Fuchsschwänzen.

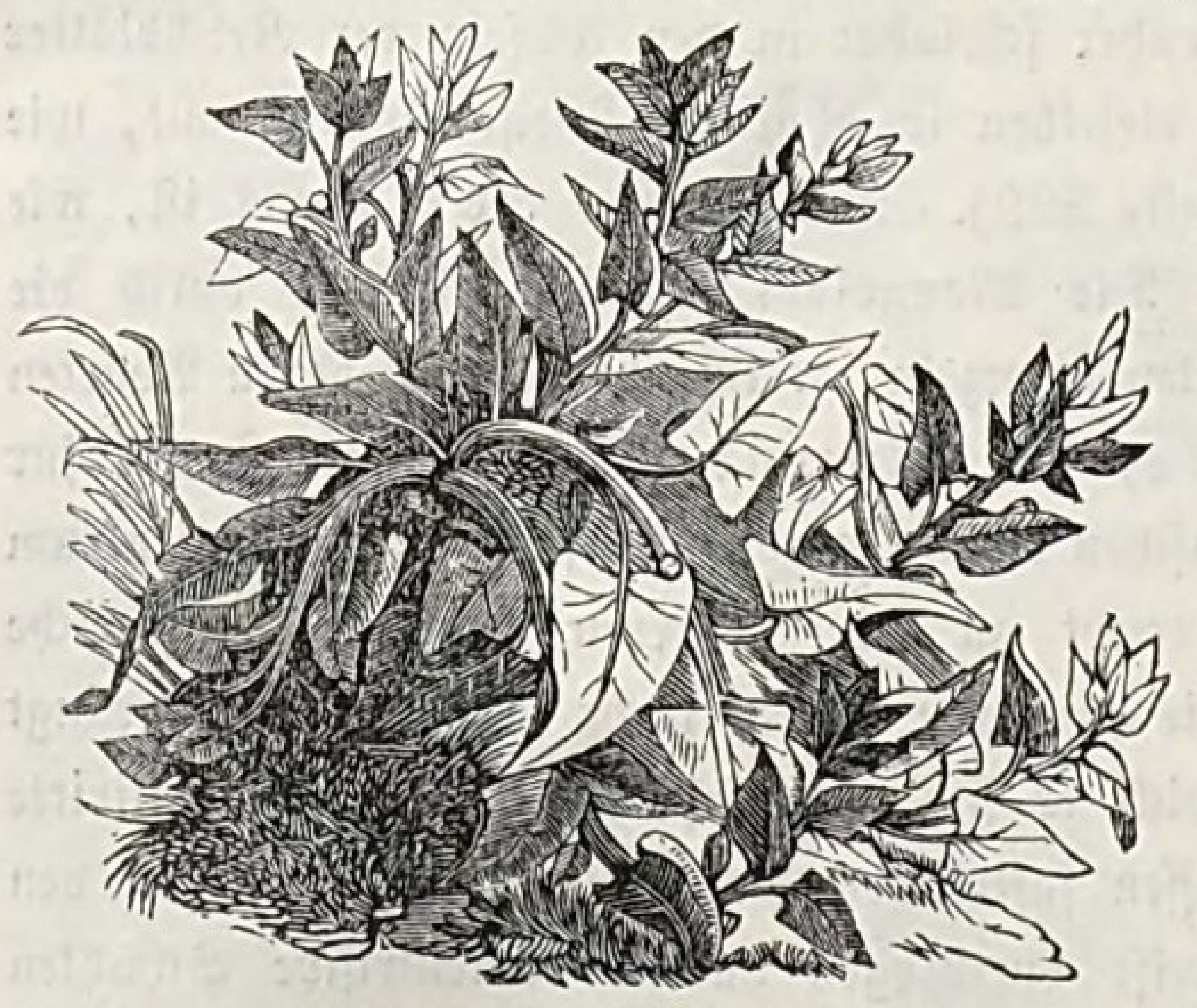


Fig. 426. Der neuseeländische Spinat (Tetragonia expansa).

Vierte Ordnung.

Die Seideln. Thymelææ.

Der gemeine Seidelbast oder Kellerhals (Daphne mezereum), nach welchem die Familie der Daphneen (Daphneae) benannt wird, ist ein in Europa sehr verbreitetes Gewächs, dessen Blüthen- und Fruchtbildung eins der vollkommensten Beispiele für die Ordnung der Seideln gewährt. Zu der nämlichen Ordnung gehört auch die Familie der Oleastern (Elaeagneae), die der Lorbeerpflanzen (Laurineae), der Proteaceen (Proteaceae), Aquilarineen (Aquilarineae) und Santalaceen (Santalaceae). Alle diese Pflanzenfamilien sind mit der vorhergenannten Ordnung in der Anordnung der Blüthentheile im Wesentlichen übereinstimmend, wenigstens bieten sie nur einzelne interessante Eigenthümlichkeiten dar. Ihre Samen sind aber ohne Endosperm und der Keimling ist in denselben nie gekrümmt. Die Laurineen zeichnen sich durch eine sehr sonderbare Bildung ihrer Antheren aus, welche nämlich nicht durch einen Längenriß aufspringen, sondern durch vier stark gekrümmte Bogenlinien, deren an jedem Staubbeutelfache zwei übereinander einen langen Lappen der Antherenwandung lostrennen, so daß vier Klappen entstehen (Fig. 427). — Die Stellung der Samenknospen im Fruchtknoten weicht bei fast allen Seideln von derjenigen der Spinatgewächse wesentlich ab; bald ist ein einziger Samenträger vorhanden, welcher entweder an die Wandung des Fruchtknotens angewachsen ist, so daß eine Samenknospe von dieser herabhangt (Daphneae), oder der Samenträger steht in der Mitte und trägt mehrere hangende Samenknospen (Laurineae und Santalaceae), oder es sind zwei Samenträger an die Wandung angewachsen und jeder trägt eine hangende Samenknospe (Aquilarineae); nur bei den Eläagneen ist eine gerade aufsteigende Samenknospe vorhanden. Die hangende Samenknospe hangt bei einigen an den zum Nabel verlängerten Knospengrund seitlich angewachsen, mit der Mikropyle nach oben (Fig. 428), bei andern ohne Verlängerung des Knospengrundes mit der Mikropyle nach unten. Daher ist später der Embryo im Samen mit dem Wurzelende seines Axenorgans bald nach oben, bald nach unten gerichtet.

Die Blüthen der Laurineen zeigen die auffallendsten Uebereinstimmungen mit denen der Polygoneen. Das Perigon besteht deutlich aus dreien Kelchblättern und dreien Kronenblättern, welche alle mit einander verwachsen sind. Die Staubfäden stehen in Gruppen, deren äußere

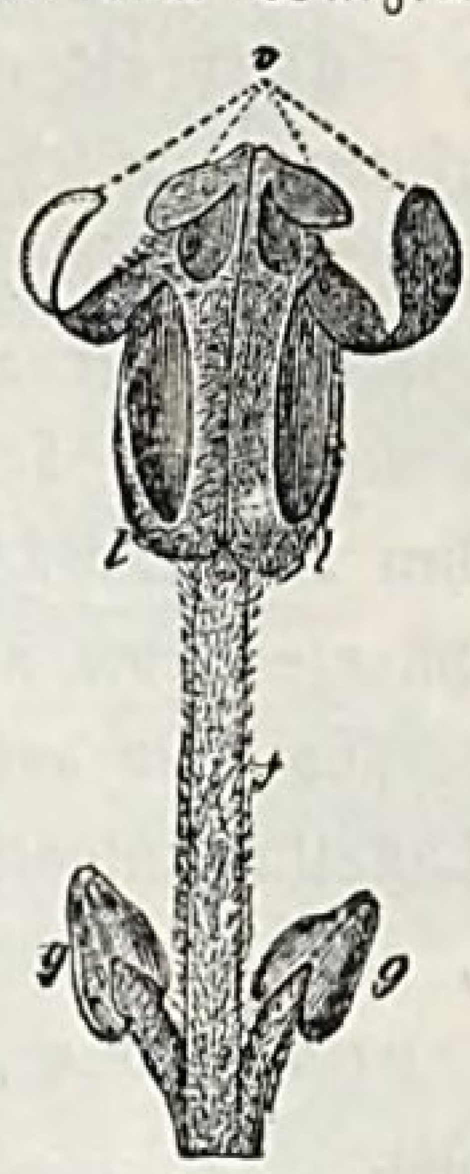


Fig. 427. Vergrößerte Darstellung des Staubfadens einer Lorbeerart (Laurus persea), um die Art der Dehiscenz der Staubbeutel zu zeigen. *

* f Filament oder Träger; ll Antherenfächer; v die vier Klappen; gg zwei verkümmerte Staubfäden, welche als Nektarien erscheinen.

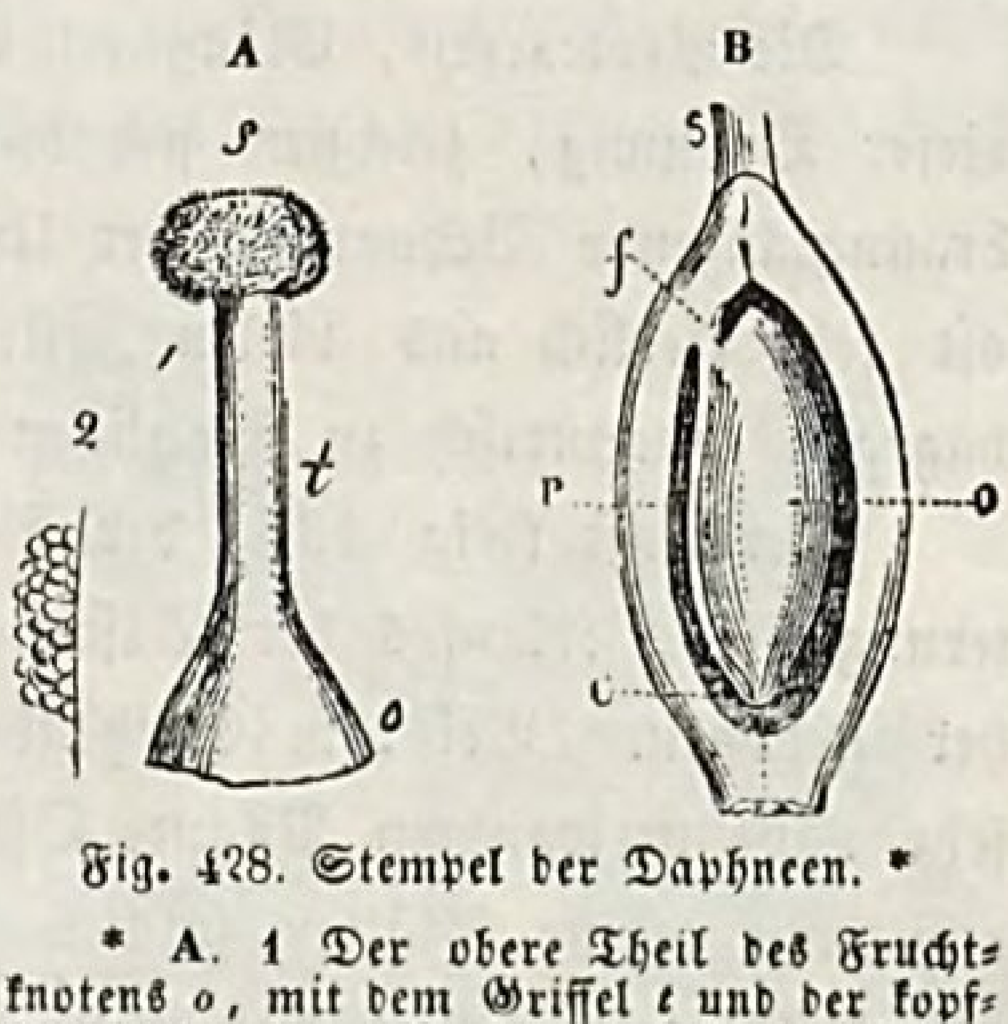


Fig. 428. Stempel der Daphneen. *

* A. 1 Der obere Theil des Fruchtknotens o, mit dem Griffel t und der kopfförmig kugeligen Narbe s. — 2 Einige Zellen der Narbenoberfläche, stärker vergrößert. Von dem Lorbeerseidelbast (Daphne laureola).

B Der Fruchtknoten des gemeinen Seidelbastes (Daphne mezereum), senkrecht durchschnitten; s Griffel; f Ursprungspunkt der Samenknospe; r Nabelstrang, an das Samenknöspchen o angewachsen; c Knospengrund, wo der Nabelstrang endigt.

Glieder, welche die Staubbeutel nach innen kehren und ebendahin öffnen, allein völlig entwickelt zu sein pflegen, während die übrigen mehr oder weniger verkümmert sind, jedoch einige der inneren sich mitunter ausbilden und dann ihre Staubbeutel nach außen wenden und öffnen. Die Blüthen und Fruchtorgane des Zimmtbaumes mögen zur Erläuterung dieser Verhältnisse dienen (Fig. 429—433).

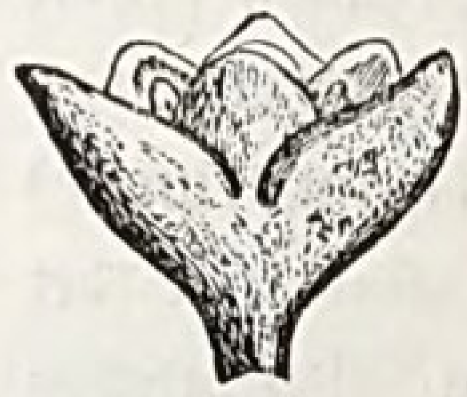


Fig 429. Eine Blüthe des Zimmtbaumes (Laurus s. Persea cinnamomum) vergrößert.

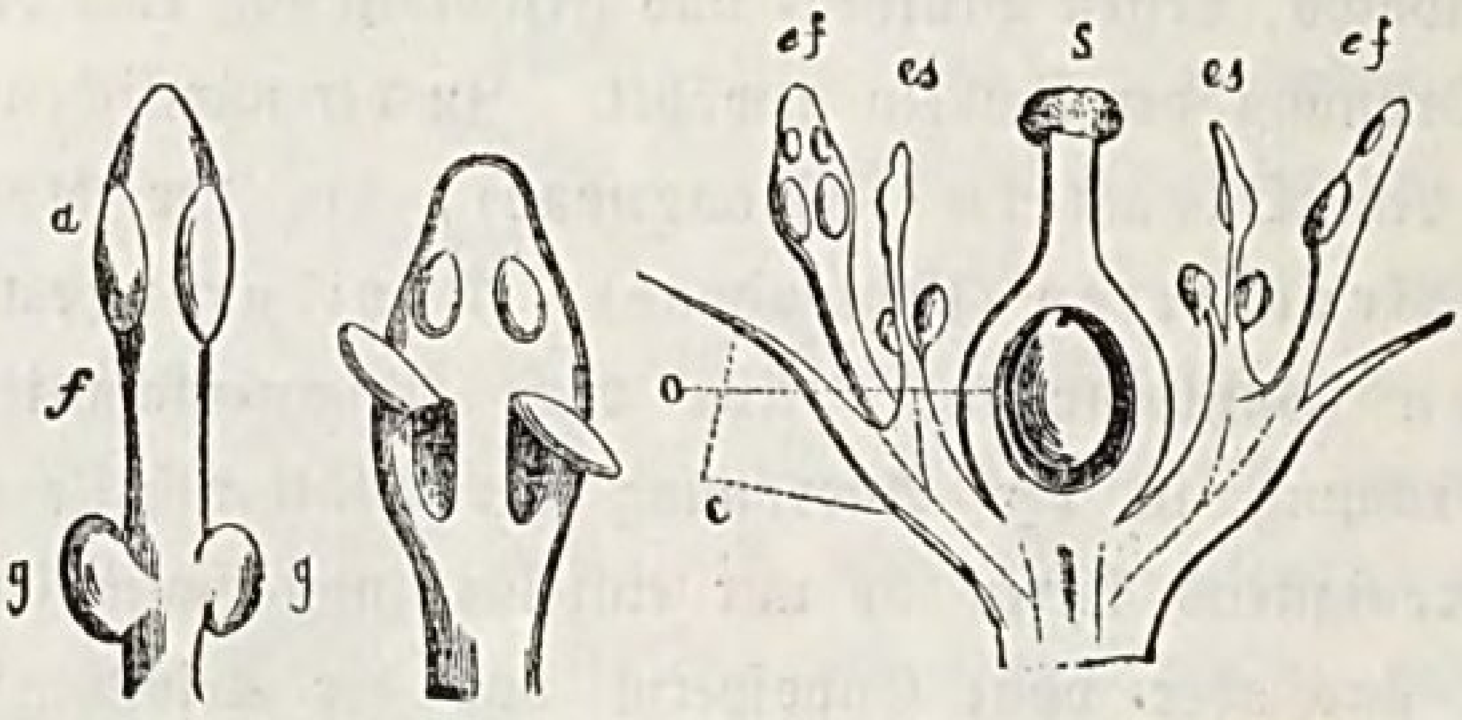


Fig. 430. Dieselbe, stärker vergrößert, senkrecht durchschnitten. *

* c Perigon; ef entwickelte Staubfäden mit vierklappigen Antheren; es unentwickelte Staubfäden und Nektarien; s Narbe; o Samenknospe, im Fruchtknoten hangend.



Fig. 431. Diagramm derselben Blüthe. *

* Drei Kelchblätter; drei Kronenblätter; unregelmäßige Gruppen von Staubfäden und Nektarien, auf drei verschobene Quirle zurückzuführen; ein centraler Fruchtknoten.



Fig. 432. Eine Frucht mit fleischig gewordenem Fruchtknoten, an welchem die Perigonblätter befestigt geblieben sind.

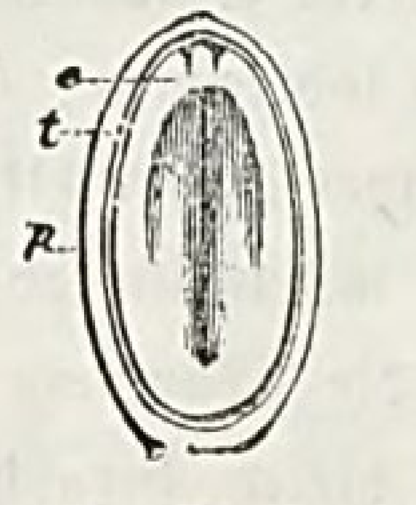


Fig. 433. Die Frucht ohne die Perigonblätter, senkrecht durchschnitten *

* p Karpellarhülle; t Samenschale; e Embryo, mit großen Cotyledonen und sehr kleinem, nach oben gerichteten Axenorgane.

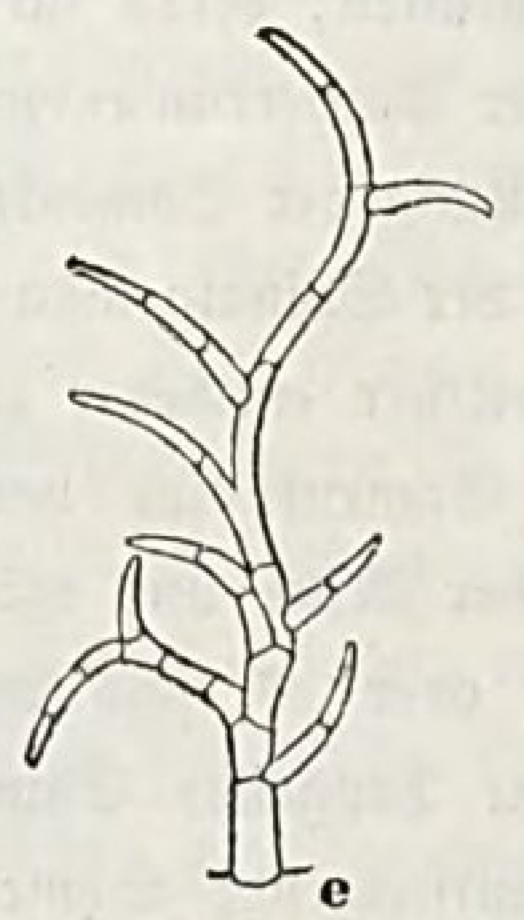


Fig. 434. Aestiges Haar von der Blüthe einer Laurinee, dem Pichurim (Nectandra anomala), vergrößert.

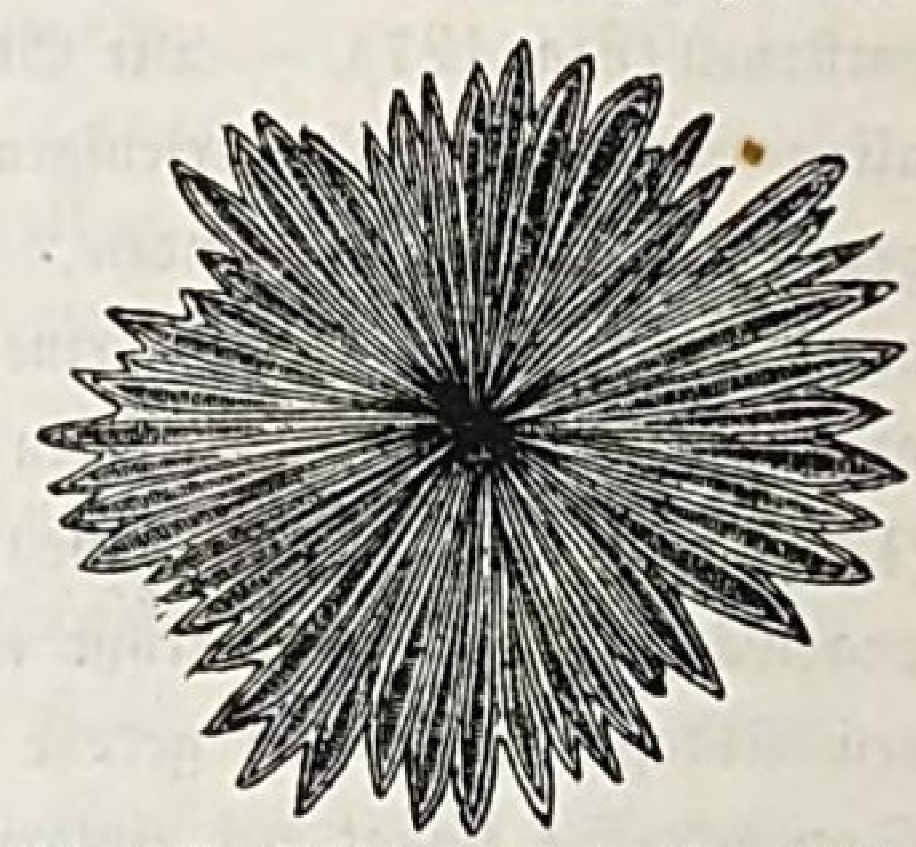


Fig 435. Schüppchen oder Haarschülferchen von dem Blatte einer Eläagnee des gemeinen Sanddornes (Hippophae rhamnoides), vergrößert.

Die Blüthen des gemeinen Seidelbastes sind eine der ersten Frühlingszierden unserer Wälder; sie erscheinen regelmäßig früher als das Laub dieser Pflanze.

Die Proteaceen, Eläagneen und Laurineen, zum Theil auch die andern Familien dieser Ordnung, zeichnen sich durch eine oft sehr dicke, filzartige und weiß- oder braunglänzende Behaarung der Unterseite ihrer Blätter aus. Diese Haare sind hier oft sehr zierlich aus vielen Zellen zusammengesetzt, bald ästig (Fig. 434), bald dagegen concentrisch zu strahligen Schildchen oder Schülfern vereinigt (Fig. 435).

Der Bast (Fig 436) der Seidelbastpflanze diente uns schon früher zur Erläuterung des Verlaufes der Bastbündel; sie sind hier ausgezeichnet maschig hin und her gebogen. Bei dem Spitzenbaume (Lagetta lintearia), einer dem Seidelbaste sehr nahe verwandten Pflanze Ostindiens, geht die Zartheit dieser Maschen so weit, daß man dünne Blätter solchen Bastes, welche feinem, weißen Mousselin ähneln, als Halskragen, Manschetten u. s. w. trägt.

Die Blätter und Früchte, die Rinde und das Holz der Seideln enthalten mancherlei ätherische Oele und andere Substanzen, welche dieselben theils zu wichtigen Arzneimitteln machen, theils zu den herrlichsten Gewürzen, theils zu gefährlichen Giften. Der gemeine Lorbeer (Laurus nobilis) ist wegen seiner immergrünen,



Fig. 436. Der Bast des Lorbeerseidelbastes (Daphne laureola), vergrößert. *

* f Bastbündel; r Markstrahlen.



Fig 437. Ein Zweig des ceylonischen Zimmtlorbeerbaumes (Laurus s. Persea cinnamomum), mit Blättern und Blüthen.

gewürzhaften Blätter und Früchte allgemein bekannt. Zu den Laurineen gehört der Zimmtbaum (Fig. 437) im südöstlichen Asien, dessen abgeschälte Rinde den beliebten Zimmt oder Kaneel bildet. Es gibt übrigens viele Arten ähnlicher Pflanzen, von denen die große Anzahl verschiedener Zimmtsorten gewonnen wird. Der Santelbaum (Santalum album) Ostindiens liefert das herrlich duftende gelbe Santelholz. Der Kamferlorbeer (Fig. 438) in Japan und China ist ganz durchdrungen von einem flüchtigen Oele, welches, theilweise verharzend, eine feste, aber dennoch sich verflüchtigende Masse, den bekannten Kamfer, bildet, welchen man aus ihm gewinnt, indem man das Holz destillirt. In Westindien ist eine Lorbeerart mit faustgroßen, birnförmigen Beeren einheimisch, welche dort als Obst unsere Birnen vertritt; man nennt die Früchte Alligatorbirnen (Fig. 439).



Fig. 438. Der Kamferbaum (Laurus s. Persea camfora).



Fig 439. Ein Zweig des Alligatorlorbeerbaumes (Persea gratissima s. Laurus persea) mit Blüthen, nebst einer Frucht

Das Holz dieser Pflanze ist so weich und porös, daß es anstatt des Korkes zu Flaschenstöpseln und ähnlichen Gegenständen benutzt werden kann.

Fünfte Ordnung.

Die Schlangenwurzgewächse. Serpentariæ.

So entschieden auch im Allgemeinen die Dicotyledoneen und Monocotyledoneen durch zahlreiche Eigenthümlichkeiten sich einander gegenüberzustellen scheinen, so gibt es doch Pflanzenformen, welche beide Klassen auf das Engste mit einander zu vereinigen scheinen. Wir haben bei den Embryonen mitunter die größte Anlage zu einer monocotyledonischen Bildung kennen gelernt. Die Spinatgewächse und Seideln tragen sehr häufig durch Dreizähligkeit ihrer Blüthenorgane das Gepräge, welches für gewöhnlich die Monocotyledoneen charakterisirt. Die Schlangenwurzgewächse ähneln in dieser Beziehung den letzteren noch weit entschiedener, und obendrein besitzen sie nicht die für die Dicotyledoneen so bezeichnende Anordnung der Faserbündel ihrer Axenorgane, so entschieden sie auch durch die Beschaffenheit ihrer Embryonen zu den Dicotyledoneen gestellt werden.

Die Familie der Osterluzeien oder Aristolochieen (Aristolochieae) ist in Deutschland durch die gemeine Osterluzeirebe, sowie durch die Haselwurz repräsentirt. Erstere wächst mit langgestreckten, aus unterirdischem Rhizome hervorsprossenden Zweigen sich windend auf dem Boden und zwischen niedrigen Sträuchern. Die Blätter sind herzförmig, ziemlich langgestielt; in ihren Achseln entspringen Zweige, deren jeder sich in eine Anzahl von Blüthenaxen verästelt. Die Blüthe ist eine trichterförmige, bei der großen aus Nordamerika stammenden und in unsern Gärten häufigen Art umgekrümmte Röhre, mit schiefem, zungenförmig vorgezogenem Rande (Fig. 440 und 441). Wegen dieser Form der Blüthe heißt die letztgenannte Art auch wohl der Pfeifenstrauch, denn die Röhre ähnelt an ihrem Blüthenstiele hangend einem Pfeifenkopfe. In der Knospenlage ist diese Röhre sechsfaltig so zusammengelegt, daß drei Falten nach außen, drei andere nach innen liegen, wodurch angedeutet wird, daß erstere dreien Kelchblättern, letztere dreien Kronenblättern entsprechen, welche in der Röhre vereinigt sind. Der unterste Theil des Trichters ist völlig mit dem Fruchtknoten verwachsen, und da unmittelbar über demselben die Röhre bauchig angeschwollen erscheint, so könnte man leicht verleitet werden, zu glauben, der Fruchtknoten stehe unter dem Perigon. Die Staubfäden sind um den Fruchtknoten mit diesem und dem Perigon verwachsen, aber selbst über dem Fruchtknoten sind sie ganz an den Griffel gewachsen, so daß die Antheren unmittelbar an dem Griffel in einem Kreise ansitzen (Fig. 442). Letzterer ist sehr dick und endigt mit sechs stumpfspitzigen Narben, welche sechs Karpellen entsprechen. Der Fruchtknoten ist äußerlich sechsrippig, innen sechsfächerig (Fig. 443). Jedem Fache entsprechend, steht an dem Mittelsäulchen eine Reihe von umgedrehten Samenknospen. Das Perigon fällt nach der Blüthe unmittelbar über dem Fruchtknoten ab; letzterer, mit sammt dem angewachsenen unteren Theile des Perigons, verwandelt sich in eine sechsfächerige Frucht (Fig. 444), in welcher die eckigen Samenkörner reihenweise stehen. In diesen entwickelt sich ein beträchtliches Endosperm und die äußere

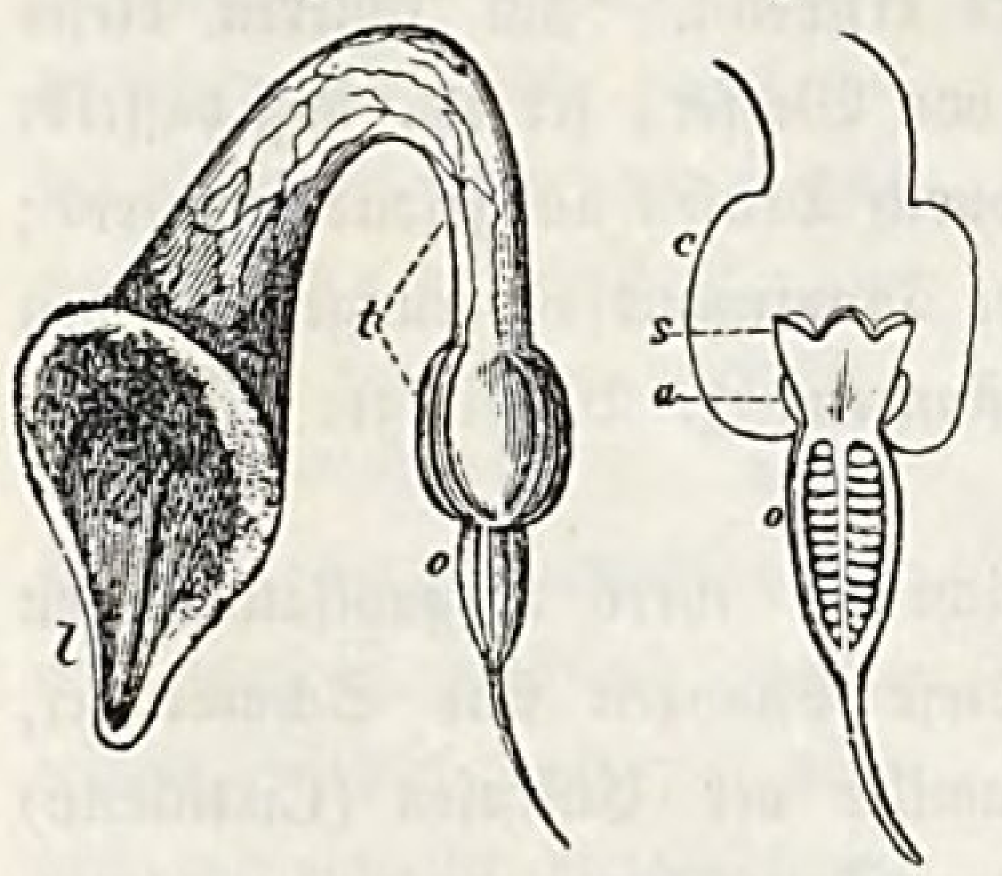


Fig. 440. Die Blüthe der pfeifentragenden Osterluzeirebe (Aristolochia sipho), doppelte Größe. *

* 1 Die ganze Blüthe; *o* Fruchtknoten mit dem Perigon überzogen; *t* unten angeschwollener, oben trichterröhrenförmiger Theil des Perigons; *l* schiefzungenförmiger Rand desselben. — 2 Der untere Theil der Blüthe, senkrecht geschnitten; *o* Fruchtknotentheil; *c* der aufgeblasene und dann wieder verengerte Theil des Perigons; *s* die sechsstrahlige Narbe des kurzen Griffelkörpers; *a* die angewachsenen Antheren.



Fig. 441. Diagramm der Osterluzeiblüthe. Drei Hauptfalten des Perigons, die Centralsäule mit sechs zu je zweien dreiseitig gestellten Antheren; ein sechsfächriger Fruchtknoten; ein Mittelsäulchen mit sechs Reihen von Samenknospen.

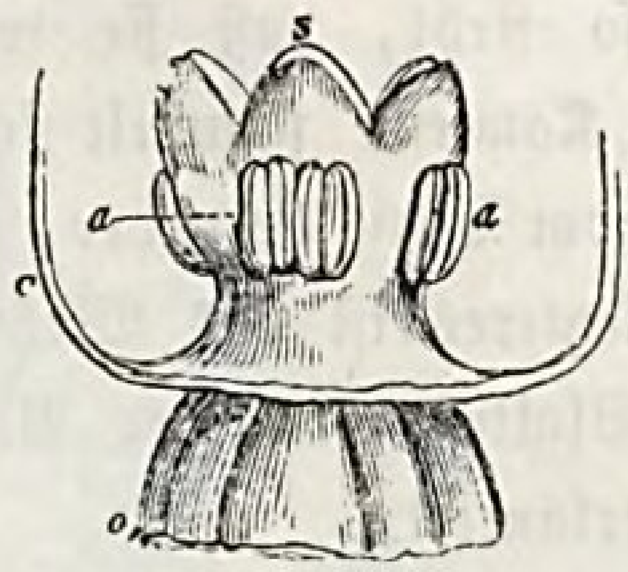


Fig. 442. Der Griffel der Osterluzeiblüthe, vergrößert. *

* *o* Oberster Theil des Fruchtknotens; *c* ein Theil des freien Perigons, aufgeschnitten; *s* sechsstrahlige Narbe; *aa* Antheren.

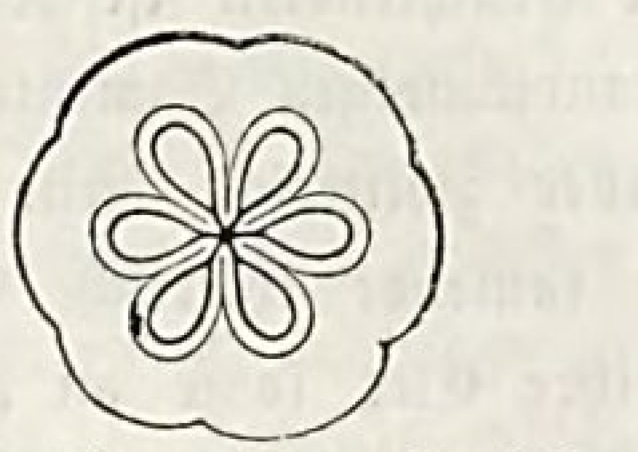


Fig. 443. Diagramm des Fruchtknotens, vergrößert, um die sechs Fächer und die sechs am Mittelsäulchen befestigten Samenknospenreihen zu zeigen.

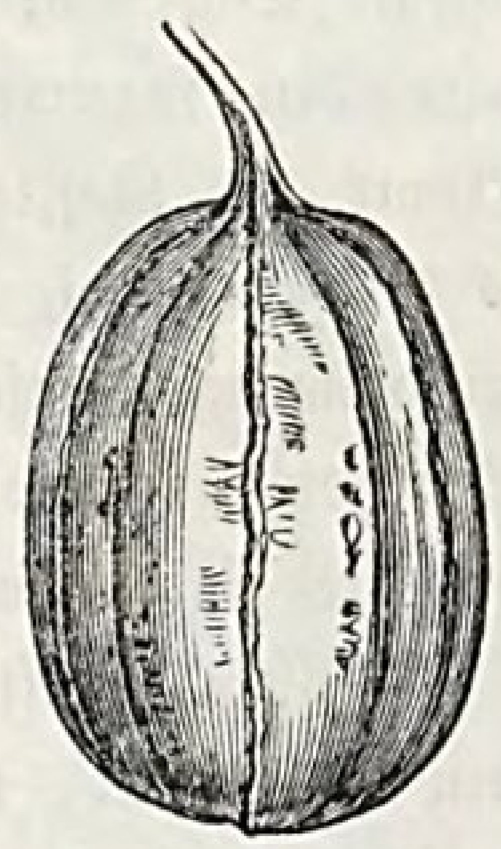


Fig. 444. Die Frucht der Osterluzeirebe, herabhangend, vergrößert.

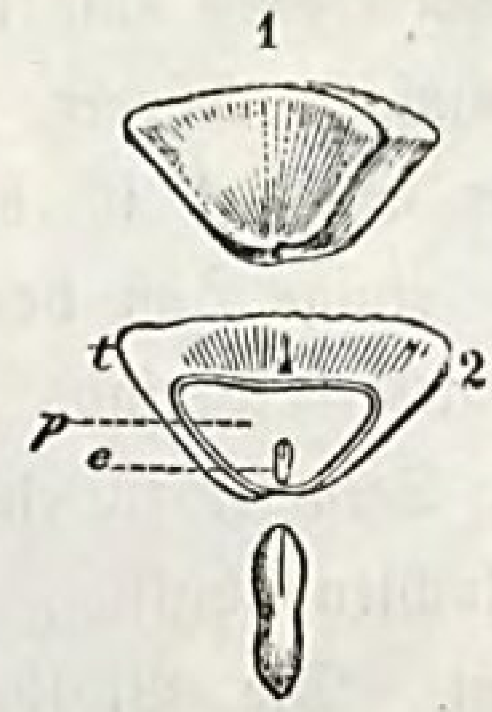


Fig. 445. Der Same der Osterluzeirebe, vergrößert. *

* 1 Ein Samenkorn von außen. 2 Dasselbe durchschnitten; *t* äußere Samendecke; *p* Endosperm; *e* Embryo. — 3 Der Embryo, stärker vergrößert.

Samendecke wird sehr dick (Fig. 445). Der Embryo ist sehr klein, aber die Länge seines Axenorganes, welche die der Cotyledonen fast um das Doppelte übertrifft, scheint schon auf die rebenartige Tracht der zukünftigen Pflanze hinzudeuten. Dasselbe richtet sein Wurzelende zum Befestigungspunkte des Samens, da durch die Drehung des letzteren die Mikropyle nahe neben diesem steht. — Einige sehr große lianenartige Aristolochieen aus der heißen Zone zieht man jetzt nicht selten als herrliche Schlinggewächse in Gärten und Treibhäusern. Eine amerikanische Art besitzt so große Blüthentrichter, daß dieselben den Kindern im Spiele als Mützen dienen. Manche Pflanzen derselben Familie sind wichtige Arzneigewächse; so die virginische Schlangenwurzel (Aristolochia serpentaria). — Die Haselwurz (Asarum europaeum) mit ihren kriechenden und Adventivwurzeln treibenden Stengeln, scheibenförmigen Blättern und zimmtbraunen, drei- bis vierzipfeligen Blüthenglöckchen findet man im ersten Frühlinge in allen unsern Wäldern.

Die Familie der Nepentheen oder Kannensträucher (Nepentheae) ist nur im tropischen Asien und auf Madagaskar einheimisch; die hieher gehörigen Pflanzen sind diklinisch, und in den männlichen Blüthen sind die Staubfäden alle zu einem säulenförmigen Körper vereinigt. Erwähnung verdient die sonderbarste aller Blattformen, welche der ceylonische Kannenstrauch (Nepenthes destillatoria) zeigt. Hier ist der Blattstiel unten ein lanzettförmiges Phyllodium, weiter oben eine gekrümmte Ranke, endlich ausgehöhlt, so daß er einen wunderlichen, tiefen, schlauchförmigen Becher bildet, an dessen Rande endlich die sehr kleine Blattspreite

so steht, daß sie wie ein Deckelchen des Bechers erscheint. Im Inneren dieser „Kannen" sammelt sich über Nacht stets eine Menge von Wasser, sei es, daß dasselbe vom Thau herrühre, oder daß es von der Pflanze durch Drüsen ausgesondert werde; letzteres ist das Wahrscheinlichere und durch ähnliche Tropfenaussonderungen an den Blatträndern und Blattspitzen mehrerer anderer Pflanzen, z. B. einiger Liliaceen, erläutert.

Die Familie der Cytineen (Cytineae) weicht in ihrer Organisation von allen andern Gewächsen höchst auffallend ab. Diese Pflanzen sind Schmarotzer, welche auf Wurzeln anderer Pflanzen aus der Familie der Cistrosen (Cistideae) wachsen und welche zum Theil weder eine erkennbare Stengelaxe, noch Laubblätter besitzen. Die Rafflesien, welche in Sumatra entdeckt sind, treiben unmittelbar aus dem Boden eine ungeheuer große Blume hervor, welche nur auf einem lockeren schwammigen Körper von pilzartigem Zellgewebe steht. Ein mit dicken Schuppen besetzter Stengel ist beim südeuropäischen sogenannten Hypocist (Cytinus hypocistis) einige Fuß hoch. Die Blume der Rafflesien besteht aus einem drei- bis sechsspaltigen Perigon und ist stets diklinisch; die Staubfäden sind um den verkümmerten Stempel zu einer Säule zusammengewachsen; der Fruchtknoten ist dem der Aristolochien ähnlich, aber vom Perigon frei und mit wandständigen Samenträgern versehen. Die Blüthen der Hypociste sind ähnlich, aber zwitterig. Alle diese Pflanzen haben die Lebensweise der Pilze, duften wie faulende thierische Stoffe und werden deßwegen von Insekten aufgesucht, welche ihre Eier sonst an Fleisch zu legen pflegen. Die Blume der Riesenrafflesia (Rafflesia Arnoldi), drei Fuß im Durchmesser und zehn Pfund schwer, ist die größte aller bekannten Blumen.

Die Familie der Kolbenträger (Balanophoreae) schließt sich an die Cytineen sehr innig an. Es gehört zu derselben der auf Malta wachsende rothe Hundskolben (Cynomorium coccineum), eine auf Myrthen- und Pistazienwurzeln schmarotzende Pflanze mit etwa ½ Fuß hohem, keulenförmigem Schwammkörper, welcher unterwärts mit ganz geringen Blattschuppen, oberwärts mit Blüthen besetzt ist und wegen der Aehnlichkeit mit einem Pilze auch wohl Malteserpilz (fungus melitensis) genannt wird.

Sechste Ordnung.

Die Kardenträger. Aggregosæ.

Karden nennt man jene stachligen Blüthenstände der Weberdisteln (Fig. 446), mit deren Hülfe die Tuchmacher die Wolle des gewobenen Tuches aufkratzen. Zahllose Blüthchen von sehr vollständiger Bildung stehen in diesen Blüthenständen um einen spindelförmigen Axenkörper, welcher theils aus der Fortsetzung des Zweiges, theils aber aus den, mit jener und unter sich zu einer Art von Spindel verwachsenen Stielchen der einzelnen Blüthen besteht. Von dieser Form der Karden finden wir alle Uebergangsformen einerseits zu einem scheibenförmig ausgebreiteten Blüthenstande, innerhalb dessen die gemeinsame Hauptaxe sich gar nicht verlängert hat, während zahlreiche, fast genau auf gleicher Höhe entspringende Blüthenstielchen zu einem

kuchenförmigen Körper verwachsen sind, wie dieses bei der allgemein bekannten Sonnenblume der Fall ist; andererseits zu einem ährenförmigen Blüthenstande, dessen Hauptaxe verhältnißmäßig sehr verlängert ist, während die einzelnen Blüthen auf kurzen, aber nicht mit einander verwachsenen Stielchen um dieselbe geordnet sind, wie man dieses bei den Wegerichen finden kann. Ferner sind einerseits die Stiele der einzelnen Blüthen so innig mit einander verschmolzen, daß sie eine gemeinsame fleischige Masse ausmachen, wie bei der Artischoke, von welcher gerade dieser Theil gegessen zu werden pflegt; während andererseits die einzelnen Blüthenstielchen völlig getrennt bleiben, so daß der ganze Blüthenstand einem Doldenbüschel sehr ähnlich ist, wie bei dem Baldrian. Alle diese verschiedenen Formen des Blüthenstandes kommen, bald mehr dem einen, bald mehr dem andern Extreme sich nähernd, immer aber mit dem Blüthenstande der Karden leicht vergleichbar, bei einer Anzahl von Pflanzenfamilien vor, welche durch vielfache Aehnlichkeit in ihrer Organisation die größte Verwandtschaft zeigen, und welche daher unter dem Namen der Kardenträger in eine Ordnung zusammengefaßt werden können. Es sind dieses die Familien der Baldriane, der Kugelblüthler, der Grasnelken, der Wegeriche, der Weberdisteln, der Cichorien, der Disteln und der Astern.



Fig. 446. Die Kardendistel (Dipsacus fullonum) mit ihren Blüthenständen (Karden).

Die Familie der Baldriane (Valerianeae) enthält theils einjährige Kräuter, wie die Valerianella (Valerianella olitoria), deren Blättchen im Frühlinge als Rapünzel- oder Nüßlisalat genossen werden, theils solche mit ausdauerndem, wurzelähnlichem Stamme, wie der gebräuchliche Baldrian (Valeriana officinalis), dessen Wurzel als ein wichtiges Arzneimittel bekannt ist. Die Blüthen dieser Pflanzen sind deutlich gestielt und in doldenähnlichen Büscheln zusammengestellt; durch ihren Blüthenstand sind daher die Valerianeen am wenigsten den übrigen Kardenträgern ähnlich. Aber die einzelnen Blüthen bieten größere Uebereinstimmung dar. Die Kelchblätter sind mit den Fruchtknoten und dem unteren Theile der Kronenblätter und der Staubfäden völlig verwachsen, endigen jedoch in einen Saum von grannenartigen Spitzchen oder weichflaumigen Härchen. Die Kronenblätter ragen über den Kelchrand und den Fruchtknoten hervor, und es scheint auf den äußern Anblick die

trichterförmige Röhre mit fünflappigem Saume, zu welcher diese Blätter vereinigt sind, mit sammt dem Kelchsaume und den Staubfäden auf dem Gipfel des Fruchtknotens zu entspringen. Wenn später die Krone ganz abfällt, so trägt die Frucht noch den Haarspitzensaum des Kelches wie einen Kranz. Man nennt einen solchen Saum einen Pappus. Der Fruchtknoten, ursprünglich meistens dreifächerig mit einem langen, in drei Narben auslaufenden Griffel, wird nach der Blüthezeit gewöhnlich einfächerig. Ebenso ist die Zahl der Staubfäden von fünf, welche selten vorkommen, oft bis auf einen einzigen beschränkt; auch die Kronenblätter sind nicht immer fünf, sondern häufig nur drei. Bisweilen sind die Blüthen sogar durch Fehlschlagen eingeschlechtig. Ja, der kleine Baldrian ist wirklich fast diöcisch, indem auf manchen Pflanzen nur weibliche, dabei auffallend kleine Blüthen, nie dagegen nur männliche, gefunden werden. In jedem Fruchtknotenfache befindet sich ein einziges hangendes Samenknöspchen, welches später vom Embryo ganz erfüllt ist und kein Endosperm enthält. Die meisten Pflanzen dieser Familie haben fiederig lappige Blätter (Fig. 447), deren Saum sich bis an den Stengel erstreckt und wohl selbst noch an diesem hinabzieht.



Fig. 447. Ein Blatt des kleinen Baldrian (Valeriana dioica).

Die Familie der Kugelblüthler oder Globularieen (Globularieae) enthält wenig wichtige Kräuter und Sträucher, deren Blüthen in kugelförmigen Büschelchen, sogenannten „Köpfchen," auf einer Blüthenstandsaxe zusammenstehen. Aehnlich ist der Blüthenstand der Grasnelkengewächse (Plumbaginea), von welchen die nach ihren schmalen und einigermaßen grasähnlichen Blättern benannten Grasnelken oder Strandnelken in den Rabatteneinfassungen vieler Gärten ein Beispiel geben. Bei diesen entspringen die einzelnen Blüthenstielchen scheinbar alle aus dem Endpunkte der Blüthenstandsaxe, jedoch stehen dieselben in den Achseln häutiger, spreuartiger, schuppenförmiger Deckblättchen, welche freilich sehr nahezu auf gleicher Höhe auf der Axe eingefügt, aber dennoch so wenig als absolut gleich hoch entspringend anzusehen sind, als die Blattorgane einer Blume selbst. Wirklich bilden sie eine blumenartige Hülle unter dem Blüthenköpfchen. Die Familie der Wegeriche oder Plantagineen (Plantagineæ) zeigt in ihren Blüthenständen alle Uebergangsformen von einem kugeligen und eiförmigen Köpfchen zu einer langgestreckten Aehre, an welcher die Blüthen fast ohne Stielchen stehen, so daß diese erst bei der Samenreife dem Auge bemerkbar werden. Die gemeinen Wegeriche oder Wegetritte (Plantago) auf Wiesen und an Wegen sind Beispiele dieser Familie, welche man sich leicht zu näherer Untersuchung verschaffen kann. Nur lasse man sich nicht durch die sehr langen Staubfäden, welche die viel kürzeren und zurückgeschlagenen spreuartigen Kronenblättchen dem Auge ganz entrücken und die Aehre einer Flaschenbürste ähnlich erscheinen lassen, verleiten, den ganzen Blüthenstand für eine gemeinsame Blüthe zu halten. Nur vier der Staubfäden gehören zu einer Blüthe. Der einfach fadenförmige Griffel trägt die Narbe nicht bloß an der Spitze, sondern die drüsigen Zellen, welche mit dem leitenden Gewebe im Innern des Griffels in Verbindung stehen, ziehen sich in zweien Linien fast an der ganzen Länge des Griffels hinab bis in die Nähe des Fruchtknotens (Fig. 448).

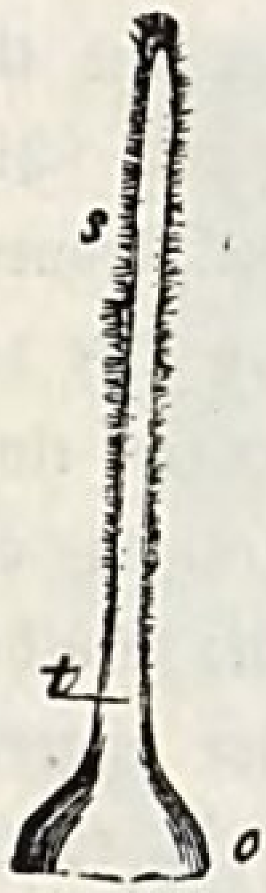


Fig. 448. Vergrößerte Darstellung des Griffels einer Wegetrittpflanze (Plantago saxatilis). *

* o Oberer Theil des Fruchtknotens; t Griffel; s zweiseitig linienförmige Narbe.



Fig. 449. Kardenförmiger Blüthenkopf der schwarzrothen Gartenskabiose (Scabiosa atropurpurea). Man sieht, daß die mehr gegen den Gipfel hin stehenden Blüthen immer weniger entwickelt sind.

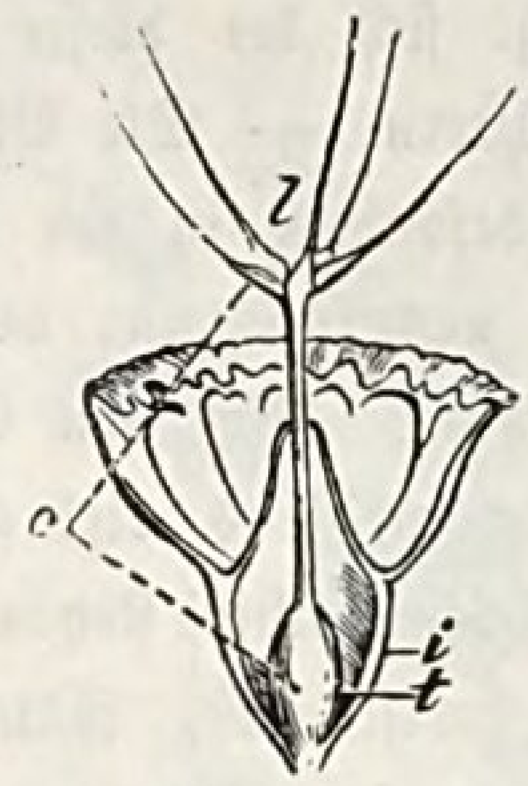


Fig. 450. Vergrößerte Darstellung des Kelches der schwarzrothen Gartenskabiose. *

* i Die äußere, im oberen Theile doppelte Hülle, senkrecht aufgeschnitten; c Kelch; t der Theil, in welchem sich der Fruchtknoten befindet; l Grannenkrone.

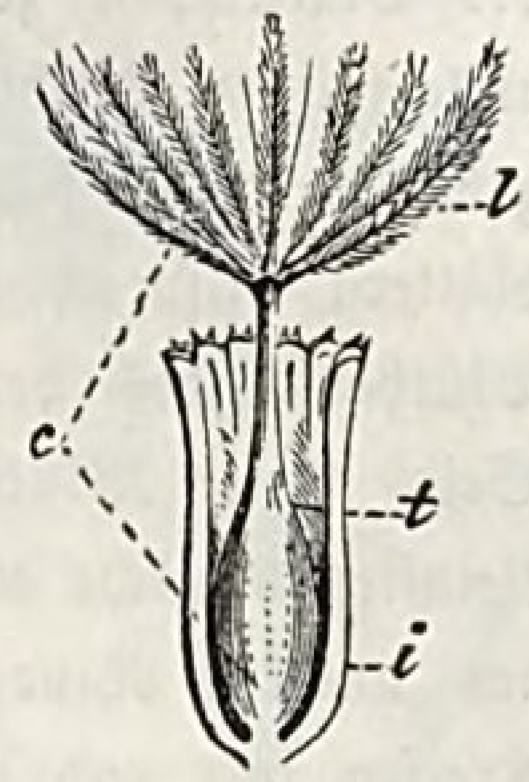


Fig. 451. Vergrößerte Darstellung des Kelches einer skabiosenartigen Pflanze (Pterocephalus palestinus). *

* Bedeutung der Buchstaben wie bei der vorigen Figur; l Federkrone.

Die Familie der Weberdisteln oder Dipsaceen (Dipsaceae) enthält außer den Kardendisteln (Fig. 446) besonders auch noch die Skabiosen (Fig. 449), deren manche Arten in Gärten als beliebte Zierpflanzen bekannt, andere als Feldblumen zwischen dem Getreide häufig sind. Alle diese Pflanzen haben, wie die Valerianeen, einen dem Fruchtknoten angewachsenen Kelch mit einem Pappus, dessen einzelne Grannen mitunter federartig bebärtelt sind und so eine Federkrone darstellen. Man sieht hier deutlich in der Vergleichung verschiedener Pflanzen dieser Familie, daß es die fünf Kelchblätter sind, deren Mittelrippen sich bei sehr geringer Entwicklung des Saumes zu Grannen verlängert haben (Fig. 450); ja nicht selten sind jedem Kelchblatte entsprechend mehrere Grannen vorhanden und es haben sich in diesem Falle anstatt einer einzelnen Mittelrippe mehrere Nebenrippen in Grannen verwandelt, als deren Seitenrippchen man die Bärtchen betrachten kann (Fig. 451). Die Grannen- oder Federkrone erscheint oft langgestielt, indem der Kelch oberhalb des Fruchtknotens sich verengt und röhrenartig verlängert. Jede Blüthe der Dipsaceen hat außer dem angewachsenen Kelche gleichsam noch einen zweiten Kelch, nämlich eine mehr oder weniger glockenförmige, bisweilen im oberen Theile sogar doppelte Hülle, aus vereinigten Hüllblättchen gebildet. Auch diese Hülle läuft an ihrem Rande oft in Spitzchen aus. Sowohl der eigentliche Kelch mit seinem Pappus bleibt an der Frucht stehen, als auch die letztgenannte Hülle, welche die Frucht ganz umschließt und aus welcher der Pappus hervorragt. Die Blüthenstielchen sind zwar ganz mit der Blüthenstandsaxe in eine Masse vereinigt, dennoch aber sind unter denselben Deckblättchen und rings um dieselben Blätterhüllen entwickelt, aber alle diese scheinen, der Verwachsung wegen, unmittelbar aus der Blüthenstandsaxe zu entspringen. Nach Hinwegnahme aller Blüthen ist diese letztere von den spreuartigen Deck- und Hüllblättchen mit sehr zahlreichen engen Zellen besetzt. Diese Spreublättchen sind bei den Weberdisteln sehr lang, steif und hakig zurückgekrümmt, und sie sind es, welche diese „Karden" zum Kratzen (Kardätschen) des Tuches brauchbar machen. Unter jedem Blüthenstande steht eine große Anzahl von grünen Deckblättern, welche bei den Weberdisteln in viele Dornen und Spitzen, bei den Skabiosen dagegen in weichere Blattläppchen auslaufen. Die Neigung zu vorherrschender Ausbildung

der Blattrippen zeigt sich bei dieser Familie außerdem in fiederspaltigen und tief ausgespitzten Laubblättern. — Die Blüthen der Dipsaceen sind meistens etwas schief gebildet, was sich besonders in der Ungleichheit der Lappen, welche den Kronenblättern entsprechen, ausdrückt und von der Stellung der Blüthen an der Axe des Blüthenstandes herrührt. Bei den Skabiosen sind die untersten, daher an einer Seite freien Blüthen meistens viel größer, als alle übrigen, und diejenigen am kleinsten, welche auf dem Gipfel stehen. Bei demselben Geschlechte blühen die Blüthen am unteren Rande zuerst auf, später schreitet das Aufblühen in immer engeren Kreisen fort und endigt im Mittelpunkte auf dem Gipfel. Ganz anders ist es bei den Weberdisteln. Hier brechen die in der Mitte stehenden Blüthen allemal zuerst auf, und später folgen zunächst einige andere scheinbar unregelmäßig in mehreren Gruppen zerstreut. Wenn alle Blüthenstielchen, welche in der Axenspindel des Blüthenstandes verschmolzen sind, unmittelbar aus der nämlichen Blüthenstandsaxe entsprungen wären, so müßten die am unteren Rande stehenden Blüthen, welche somit eine tiefere Stellung haben und älter sein würden, zuerst aufblühen, die gipfelständigen, als die obersten und jüngsten, aber zuletzt. Eine solche centripetale Reihenfolge des Aufblühens bestätigt sich bei allen Pflanzen, bei welchen eine Anordnung der Blüthen, wie die so eben vorausgesetzte, stattfindet. Die Skabiosen sind ein deutliches Beispiel davon (Fig. 449). Die hier vorliegende gegentheilige Erscheinung, welche man das centrifugale Aufblühen nennt, scheint nur dadurch erklärt werden zu können, daß die Stielchen der zuerst aufblühenden Blumen unmittelbar aus der Hauptaxe des Blüthenstandes entspringen, während die der später aufblühenden aus den tiefer stehenden und somit älteren Seitenaxen nicht unmittelbar, sondern durch Vermittlung mehrerer Axen zweiten, dritten, vierten u. s. w. Grades entsprungen und somit in der That jünger berechtigt seien, als die gipfelständigen Blüthen. Eine dieser Erklärung ganz entsprechende Verästelung der Gefäßbündel, welche allein in der gemeinsamen Axenspindel noch die einzelnen Verzweigungen des Blüthenstandes und die Blüthenstielchen andeuten, ist indessen noch keineswegs nachgewiesen, und es finden sich einige, wenn auch seltene Beispiele der wunderlichsten Unregelmäßigkeiten des Aufblühens bei Blüthenständen mit deutlich entwickelten Verzweigungen und Blüthenstielen, welche eine ähnliche Erklärung nicht zulassen und welche zu beweisen scheinen, daß die Infloreszenz, d. h. die Reihenfolge des Aufblühens der Blüthen, nicht immer einfach dem Grade der unmittelbar die Blüthen tragenden Axen, sondern anderen inneren, uns noch ganz unbekannten Ursachen folge. Wichtig ist indessen, zu wissen, daß die Infloreszenz bei jeder Pflanzengattung stets eine ganz bestimmte ist.

Die drei Familien der Astergewächse oder Corymbiferen (Corymbiferae), die der Disteln oder Artischokengewächse (Cynarocephalae) und die der Cichoriengewächse (Cichoraceae), welche zusammen etwa zehntausend Pflanzengattungen umfassen, bilden eine große Gruppe, deren Eintheilung auf die mannigfaltigste Weise möglich ist, welche aber so innige Verwandtschaft verräth, daß wir sie von vornherein gemeinsam betrachten können. Man pflegt alle drei Familien wohl unter dem Namen der Pflanzen mit zusammengesetzten Blumen oder Compositen (Compositae) zusammenzufassen. In der That ist bei ihnen die Vereinigung vieler Blüthen in einen Blüthenstand, welche auf den ersten Blick die



Fig. 452. Die Kardonenartischoke (Cynara cardunculus).



Fig. 453. Die Skorzonere (Scorzonera hispanica).

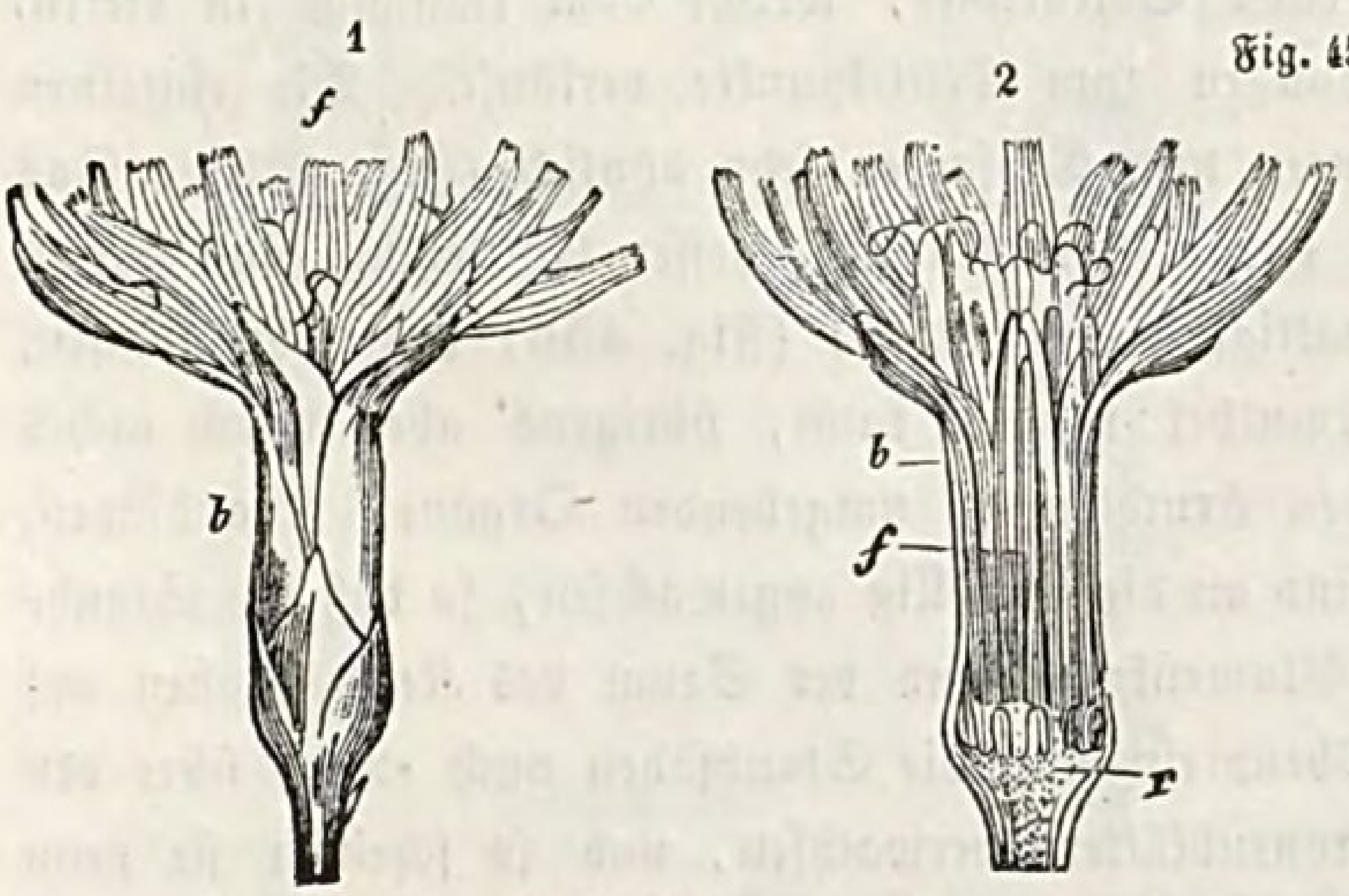


Fig. 454. Ein Blüthenkörbchen der Skorzonere.*

* 1 Der Blüthenstand von außen. — 2 Derselbe, senkrecht durchschnitten; *f* Blüthen; *b* Deckblättchen; *r* Blüthenboden.

innigste Gemeinsamkeit verräth, so allgemein und so innig, daß alle Menschen, welche nicht in botanischen Begriffen geübt sind, diese ganzen Blüthenstände für einzelne Blumen ansehen. Die Asterblume, die Sonnenblume, die Kamillenblume, die Ringelblume, die Georginen- oder Dahlienblume, die Distelblume, die Artischokenblume (Fig. 452), die Blume der Cichorie oder blauen Wegwarte, die der Schwarzwurz oder Skorzonere (Fig. 453), die Löwenzahn- oder Butterblume — alle diese so allgemein bekannten Blumen sind nicht einzelne Blüthen, sondern Blüthenstände, bestehend aus mehreren, meistens außerordentlich vielen und oft sehr kleinen Blüthen, deren Stiele zu einem kegelförmigen Zapfen oder zu einer kuchenförmigen Scheibe, oder zu einer flach vertieft napfförmigen Schüssel vereinigt sind. Dieser gemeinsame Körper heißt allemal die **Blüthenscheibe** oder der **Blüthenboden**. Jedes Blüthenstielchen hat sein Deckblättchen, in dessen Achsel es steht; die inneren kann man nicht nachweisen, da sie natürlich mit in den Blüthenboden verwachsen mußten; allein eine große Menge derselben umgibt, sich unter einander dachziegelförmig deckend, den Blüthenstand als eine Hülle, welche mitunter mit einem Körbchen, in welchem die einzelnen Blüthen ständen, einige Aehnlichkeit hat, so daß sich der Name eines **Blüthenkörbchens** (Fig. 454), welchen man diesen Blüthenständen gegeben hat, rechtfertigt. Die Hülle, auch wohl der **Hüllkelch** genannt, ist meistens grün; jedoch gibt es auch Gattungen, bei welchen dieselbe roth oder gelb gefärbt ist, und bei den **Strohblumen** (Helichrysum bracteatum), den **Immortellen** (Gnaphalium luteum) und den **Papierblumen**

*

(Xeranthemum annuum) sind es diese farbigen, spreuartig trockenen und daher „unsterblichen" Hüllblätter, welche man gewöhnlich für die „Blume" zu halten pflegt. Der Blüthenboden ist entweder, nachdem man die Blüthen entfernt hat, nackt, d. h. mit nackten Wärzchen, auf welchen die einzelnen Blüthen standen, regelmäßig besetzt, oder jedes solches Wärzchen ist von Hüllblättchen umgeben, welche noch innerhalb des Blüthenbodens aus dem Blüthenstielchen entsprungen und daher mit ihrem unteren Theile ebenfalls mit in diesen verwachsen sind, so daß nur ihre Spitzen hervorragen. Man nennt einen solchen Blüthenboden, wie er bei der Sonnenblume (Helianthus annuus) so ausgezeichnet und jedem Kinde bekannt ist, spreublätterig; derselbe sieht gleichsam bienenzellig aus. Mitunter sind statt der Spreublättchen Büschelchen von Haaren vorhanden, so daß der Blüthenboden behaart erscheint. Die in ein umgekrümmtes Häkchen endigenden Spreublättchen der Klette (Arctium lappa) sind die Ursache des außerordentlichen Festhaftens der Blüthenköpfchen dieser Pflanze an allen behaarten Gegenständen. Die Regelmäßigkeit aller Blüthenstände der Compositen ist vollkommen; mit Leichtigkeit erkennt man die Anordnung aller Blüthen auf einer Spirallinie, welche vom Umfange in vielen, allmählig immer engeren Wendungen zum Mittelpunkte verläuft. Die einzelnen Blüthen sind denen der Valerianeen und Dipsaceen sehr ähnlich (Fig. 455). Das Mittelorgan ist ein meistens sehr kleiner Fruchtknoten, dessen Entstehung aus zweien Karpellen hier aus der Zwiespaltigkeit der Narbe (Fig. 456) des sehr langen, fadenförmigen Griffels wohl vermuthet werden kann, übrigens aber durch nichts anderes verrathen wird. Alle den Fruchtknoten umgebenden Organe, Staubfäden, Kronenblätter und Kelchblätter, sind an diesen völlig angewachsen, so daß die Staubfäden, die trichterröhrenförmige Blumenkrone und der Saum des Kelches oben auf demselben zu stehen scheinen. Obendrein sind die Staubfäden noch etwas über den Fruchtknoten hinaus mit den Kronenblättern verwachsen, und so scheinen sie denn an der inneren Seite der Trichterröhre zu stehen; ihre Antheren, welche, denen der Gramineen ähnlich, sehr lang und schmal sind, hangen in Folge der engen Lage, in welcher sie sich entwickeln mußten, mit ihren Rändern alle zusammen und bilden so eine Röhre um den Griffel, während ihre Filamente frei sind. Sie stellen (Fig. 461) eine Art von Fischreuße dar, und da der in der Knospe sehr kurze Griffel erst bei der Oeffnung der Blüthe sich verlängert, so ist derselbe gezwungen, sich dabei durch den von den Antheren gebildeten Reußenhals hindurch zu schieben, wobei dann der Pollen aus den zu gleicher Zeit dehiscirenden Antheren so sicher auf die Narbe gelangt, daß ein Fehlschlagen der Befruchtung bei diesen Pflanzen kaum vorkommen kann. Der Griffel kommt stets bedeckt mit einem ganzen Ballen von Blüthenstaub, dessen Zellen hier oft die zierlichsten vielflächigen Gestalten haben (Fig. 457), zum Vorschein; er verlängert sich darauf meistens noch sehr stark, wobei die Narben sich oft nach außen umrollen. Die Blumenkrone ist bald sehr regelmäßig röhren- oder trichterförmig mit fünfspaltigem Saume (Fig. 458), bald ist die Röhre mehr oder weniger schief und so einseitig gespalten, daß alle fünf Blättchen als ein einseitiges zungen- oder bandförmiges Blättchen erscheinen, dessen Rand jedoch deutlich die fünf Spitzchen zeigt (Fig. 459). Mitunter endlich sind nur drei Blättchen zu einem Bändchen vereinigt, welches somit dreispitzig ist, während zwei andere frei stehen (Fig. 460). Die Pflanzen der Familie der Aster-

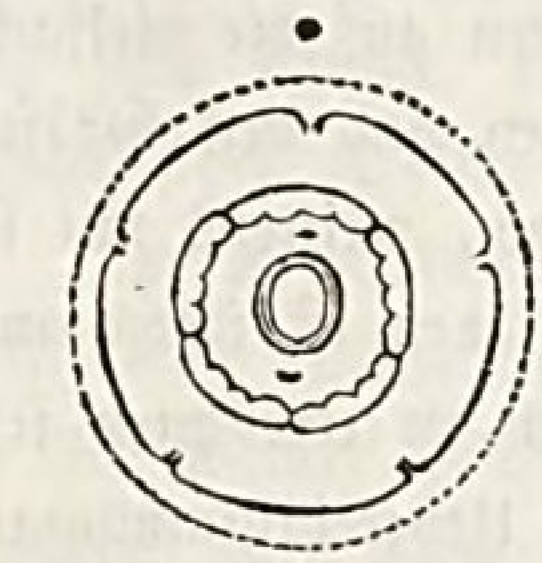


Fig. 455. Diagramm einer Einzelblüthe des gemeinen Kreuzkrautes (Senecio vulgaris). *

* Der punktirte Kreis bedeutet die Haarkrone des Kelches; der aus fünf Bogen gebildete Kreis bezeichnet die Blumenkrone; in der Mitte befindet sich der Fruchtknoten, worin eine Samenknospe; zwei Punkte daneben geben die Zahl und Stellung der Narben an.



Fig. 456. Der oberste Theil des Griffels einer Asterblüthe (Aster rubricaulis), vergrößert. *

* t Griffelfaden; s die beiden Narben, in welche er endigt; pc die haarförmigen Drüsenzellen der Narbenspitzen, welche man Sammelhaare zu nennen pflegt.

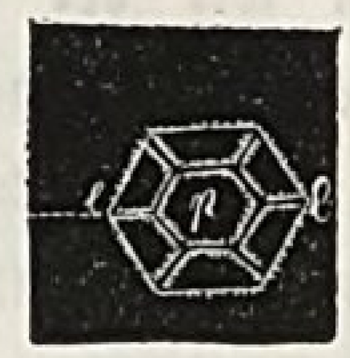


Fig. 457. Eine Pollenzelle der gemeinen Wegluge oder Cichorie (Cichorium intybus), vergrößert.

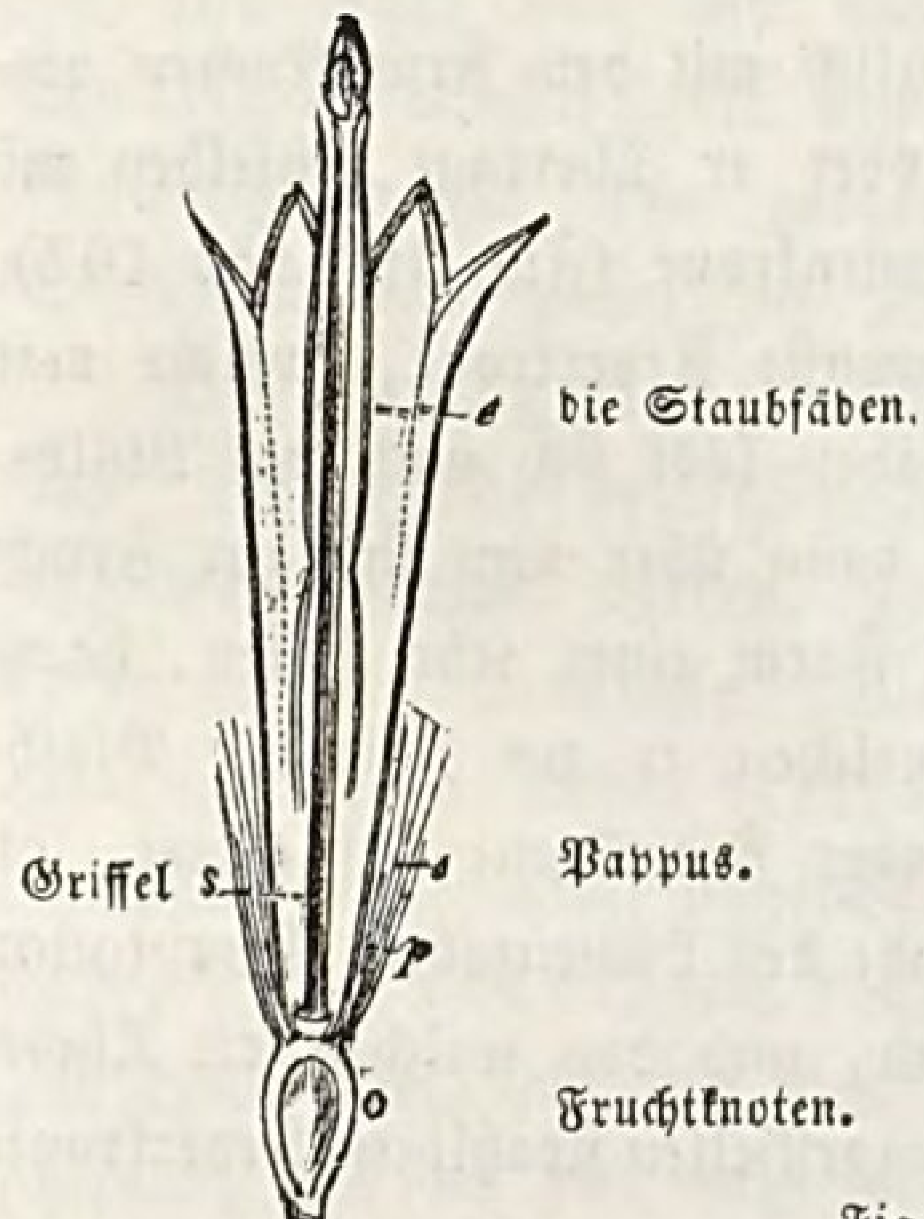


Fig. 458. Eine einzelne Blüthe aus dem Blüthenkörbchen einer rothstengligen Aster (Aster rubricaulis), vergrößert. *

* Die Blüthe ist in allen Theilen der Länge nach durchschnitten; o Fruchtknoten, an welchen Staubfäden, Krone und Kelch angewachsen sind; c Pappus oder Haarkrönchen des Kelchsaumes; s Griffel; t die Staubfäden, deren lange Antheren um den Griffel eine Röhre bilden; p trichterförmige Vereinigung der Blumenkronenblättchen.

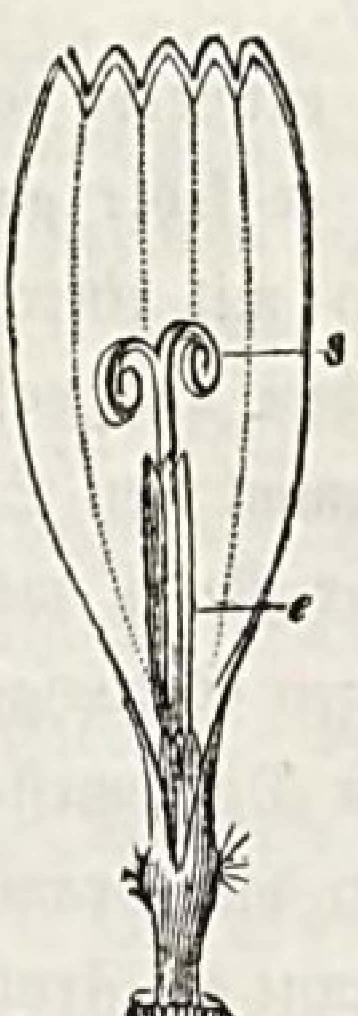


Fig. 459. Eine einzelne der Bandblüthen aus dem Blüthenkörbchen der Cichorie (Cichorium intybus), vergrößert. *

* o Fruchtknoten ꝛc.; e Antherenröhre; s die umgerollten Narben des Griffels.

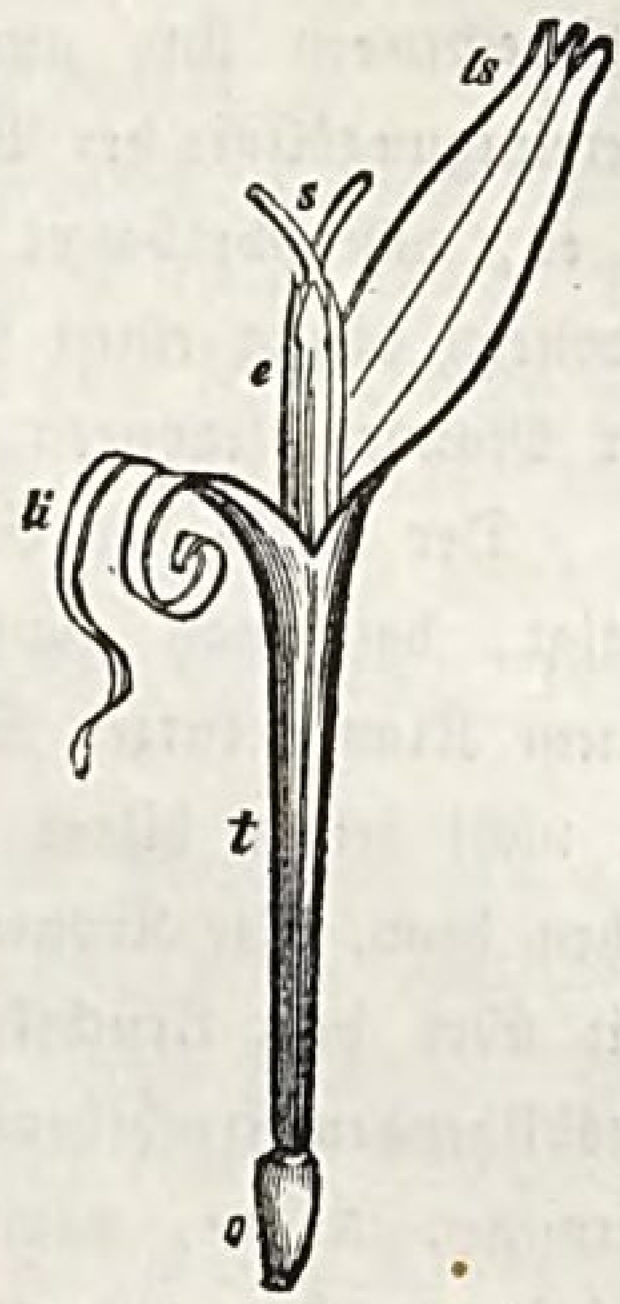


Fig. 460. Eine einzelne lippig bandförmige Blüthe aus dem Blüthenkörbchen einer Chätanthere (Chaetanthera linearis), vergrößert. *

* o Fruchtknoten ꝛc.; t Trichterröhre der Blumenkronenblätter; li zwei dieser Blättchen, welche einzeln endigen und die zum Mittelpunkte des Körbchens gerichtete innere Lippe bilden; ls die äußere Lippe, aus dreien Blättchen gebildet; e Antherenröhre; s die aus dieser Röhre eben hervorragenden Narben.

gewächse oder Corymbiferen besitzen mitunter nur röhrenförmige Blüthen, meistens aber sind diejenigen, welche den Rand des Blüthenkörbchens bilden, zungen- oder bandförmig; die Blüthenstände der Cynarocephaleen enthalten meistens nur trichterröhrenförmige Blüthen, selten Zungenblüthen am Rande; die der Cichoriaceen dagegen bestehen einzig aus Zungen- oder Bandblüthen. Bei letzteren sind immer alle Blumen gleichfarbig; bei den Corymbiferen aber ist es sehr häufig der Fall, daß die Randblumen eine andere Farbe haben, als die inneren, nämlich weiß, blau oder roth u. s. w., während die inneren in der Regel gelb sind. Erstere bilden auf diese Weise einen Strahlenkranz um den ganzen Blüthenstand, und werden daher auch wohl kurzweg der Strahl (radius) genannt, während man die innere Gruppe der röhrenförmigen Blüthen als Scheibe (discus) bezeichnet.

Da es interessant ist, zwischen Pflanzen Aehnlichkeiten der Organisation aufzufinden, wo die äußere Tracht solche am wenigsten vermuthen lassen möchte, so

wollen wir bei dieser Gelegenheit unsere Aufmerksamkeit richten auf die vielfachen Uebereinstimmungen, welche stattfinden zwischen den Compositen und den Gräsern. Hier wie dort haben wir einen sehr reichzähligen Blüthenstand, meistens mit sehr kleinen Einzelblüthen; die Aehnlichkeit in der Form der Staubfäden ist schon angedeutet worden; der Griffel mit zweispaltiger Narbe dürfte auch zu erwähnen sein; die Blumenblätter haben mit den Grasblättern nicht wenige Uebereinstimmungen; sie sind bei den Compositen nicht von einer mittleren Hauptrippe durchzogen, sondern von mehreren parallelen Nebenrippen, ja, die den Rändern jedes Blumenblättchens entsprechenden sind am stärksten ausgebildet und treffen meistens deutlich in der Vereinigungslinie der Blätter zusammen (Fig. 458, 459 und 461). Bemerkenswerth ist es, daß überhaupt der Verlauf der Adern in den Blumenblättern der Dicotyledoneen häufig einen solchen Charakter besitzt, daß man unwillkürlich an die Blätter der Monocotyledoneen erinnert wird.

Der Kelch der Compositen ist entweder so gänzlich mit dem Fruchtknoten vereinigt, daß man glauben könnte, er fehle ganz, oder er überragt denselben mit einem Kranze kurzer Spitzchen, oder mit einer Grannenkrone (Fig. 461 und 462); ja nicht selten bildet er die zierlichste und vollkommenste Federkrone, welche man sehen kann. Die Kronenröhre mit sammt den Staubfäden löst sich nach der Blüthezeit über dem Fruchtknoten ab; der Kelch wächst dann über dem sich zur Frucht ausbildenden Fruchtknoten, bei einigen Gattungen in Form einer sehr feinen, haarförmigen Röhre, nämlich mit dem Durchmesser, welchen er zur Zeit der Blüthe besaß, empor, und es steht sodann die Grannen- oder Federkrone auf einem, oft sehr langen Stielchen. Jedermann kennt die Fruchtstände des Löwenzahns (Leontodon taraxacum), welche auf allen Wiesen zu finden sind, und von welchen die Kinder die Kümmelkörnchen ähnlichen Früchtchen mit den langgestielten strahligen Federkronen zu ihrem Ergötzen fortblasen.

Nicht immer sind alle Blüthen eines Blüthenkörbchens Zwitterblüthen, sondern sehr häufig sind sie durch Fehlschlagen eingeschlechtig, bald so, daß zwischen den Zwitterblüthen einzelne bloß weibliche Blüthen stehen,

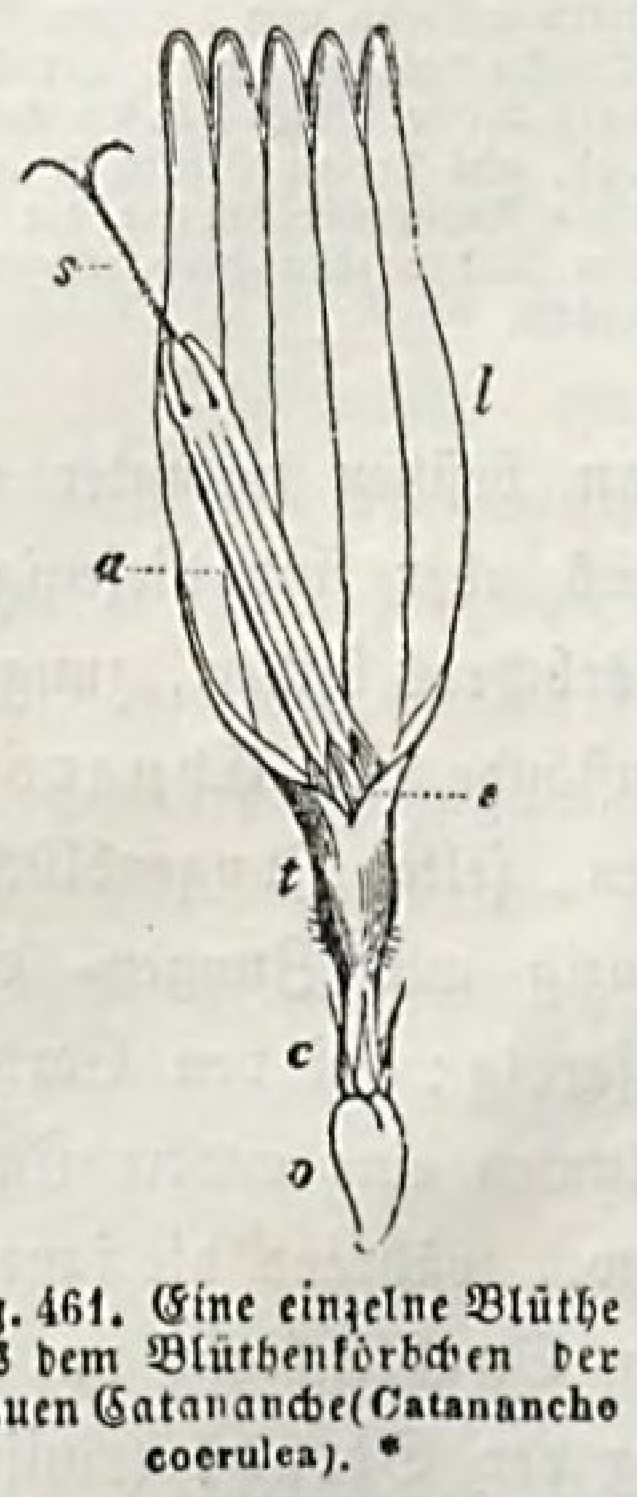


Fig. 461. Eine einzelne Blüthe aus dem Blüthenkörbchen der blauen Catananche (Catanancho coerulea). *

* o Fruchtknoten rc.; c die fünf Spitzen der Kelchblätter; t röhrenförmiger Theil der Kronenblätter; l das Bändchen, aus den fünf Spitzen der Kronenblätter gebildet; e die freien Filamente der Staubfäden; a Antherenröhre; s Griffel.

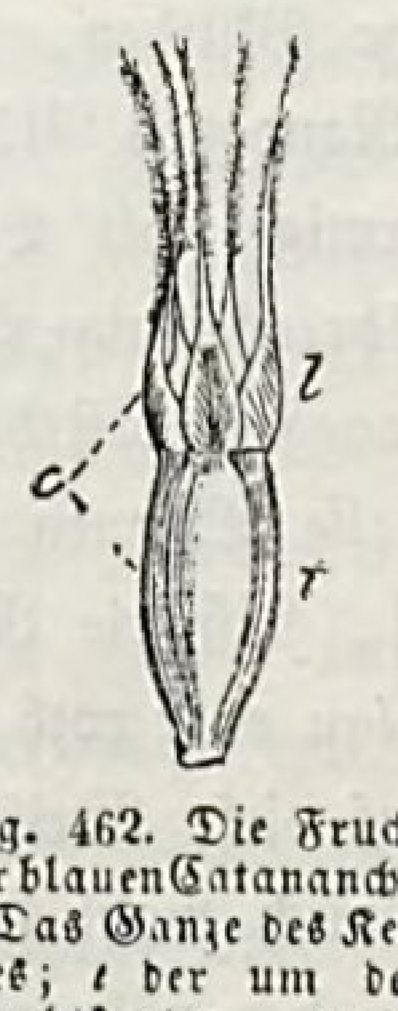


Fig. 462. Die Frucht der blauen Catananche. c Das Ganze des Kelches; t der um den Fruchtknoten angewachsene Theil; l die fünf Spitzen in eine Grannenkrone auslaufend.

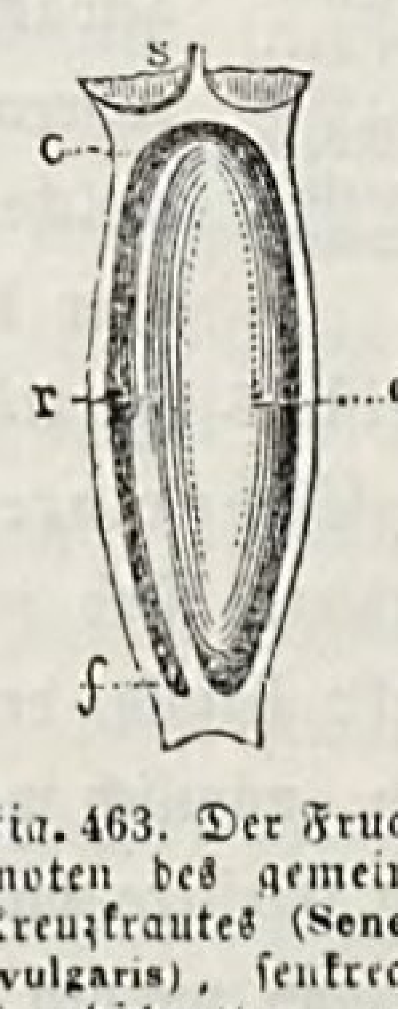


Fig. 463. Der Fruchtknoten des gemeinen Kreuzkrautes (Senecio vulgaris), senkrecht durchschnitten, vergrößert *

* s Grund des Griffels; c Fruchtknotenwandung; f Nabelstrang; r Nath; o Samenknospe, deren Spitze nach unten gekehrt ist.

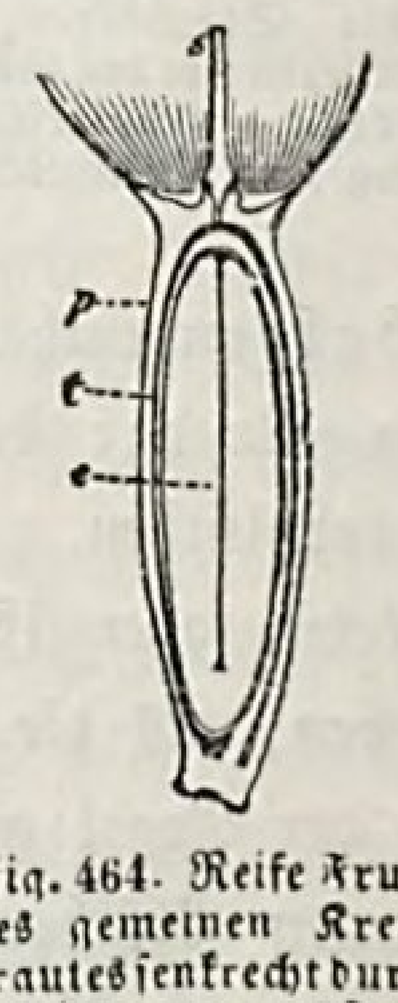


Fig. 464. Reife Frucht des gemeinen Kreuzkrautes senkrecht durchschnitten, vergrößert.*

* s Griffel; p Fruchtknoten rc; t Samendecke; e Embryo.

oder es sind gewisse Blüthen bloß männlich, andere bloß weiblich; endlich ist es auch sehr häufig, daß ganz geschlechtslose Blüthen vorkommen. Besonders die Randblüthen, welche den Strahl bilden, sind bald weiblich, bald geschlechtslos.

Im Fruchtknoten befindet sich stets nur eine einzige und denselben gänzlich ausfüllende Samenknospe, welche auf den ersten Blick als die gerade Endigung der Blüthenaxe erscheinen möchte, in Wirklichkeit aber wahrscheinlich einer achselständigen Axe entspricht. Solcher Axen sollten, weil der Fruchtknoten aus zweien Karpellen gebildet ist, zwei vorhanden sein, allein es ist nur eine entwickelt, worin wiederum eine Aehnlichkeit mit den Gramineen gefunden werden kann, indem die Samenknospe auch bei jenen vermuthlich ursprünglich achselständig ist. Bei den Compositen kehrt sie sich durch Verlängerung ihres Knospengrundes zu einem Nabelstrange völlig um, so daß die Mikropyle nach unten gerichtet ist (Fig. 463). Der Same, dessen Decken, ganz wie bei den Grasfrüchten, mit dem Fruchtknoten und hier also sogar auch mit dem Kelche zusammengewachsen sind (Fig. 464), trägt oben die Federkrone oder den Grannensaum des Kelches; er umschließt einen die Samenschalen mit seinen großen Cotyledonen völlig ausfüllenden Embryo, dessen Wurzelende nach unten zur Mikropyle gekehrt ist.

Die Compositen, welche wegen des Zusammenhangens ihrer Antheren auch wohl Synanthereen (Synanthereæ) oder Syngenesisten, d. h. gemeinsam zeugende, genannt werden, sind meistens krautartige, seltener strauch- oder baumartige Gewächse. Viele derselben, welche gewöhnlich für „Kräuter" gehalten werden, haben vieljährige Stämme, welche in Form von Wurzeln, manchmal rübenartig angeschwollen, im Boden stecken und dort ausdauern, während ihre krautigen einjährigen Zweige im Herbste absterben. Solche „Wurzeln" verästeln sich sogar unter der Oberfläche mitunter, und es könnte also scheinen, als ob hier mehrere Pflanzen eine gemeinsame Wurzel hätten (Fig. 465). Zwischen Stamm und Wurzel ist freilich bei diesen unterirdischen Organen eine bestimmte Grenze noch weniger anzugeben, als bei den überirdischen Stämmen. Solche scheinbare Wurzeln haben innen ein deutliches Mark, und dieses ist, nebst dem Rindenparenchyme, mitunter so angeschwollen, daß man sie genießen kann, wie die sogenannte Skorzonerenwurzel (Fig. 466). Die unterirdischen Zweige dieser Wurzelstämme sind Adventivwurzeln und stehen ganz regellos; schneidet man aber den oberen Theil der Stammaxe weg, wie man dieses z. B. beim Löwenzahne zu thun pflegt, um die Rosette der sogenannten Wurzelblätter zum Frühlingssalat zu sammeln, so erscheinen rasch am oberen Rande um den Abschnitt neue Blattrosetten, aus deren jeder ein Blüthenschaft hervortritt. Mitunter entwickeln sich Zweige an dem unterirdischen Wurzelstamme, welche nun vollends den Unterschied zwischen Stamm und Wurzel verwischen zu wollen scheinen, nämlich



Fig 465. Ein wurzelähnlicher unterirdisch ausdauernder Stamm — sogenannte perennirende Wurzel — mit Verästelung.



Fig. 466. Die Skorzonere (Scorzonera hispanica) mit ihrer „perennirenden Wurzel“

mehr oder weniger dicke walzen- oder knollenförmige Sprossen, aus welchen wieder Adventivwurzeln, ebenso wohl aber auch Laubknospen und Zweigaxen hervorbrechen. Man kann diese Knollen von der Mutteraxe trennen und als selbstständige Axen in den Boden legen, um die Pflanze, von welcher sie stammen, auf diese Weise fortzupflanzen. Ganz allgemein ist dieses gebräuchlich bei den Georginen oder Dahlien (Georgina s. Dahlia variabilis), deren „Knollen“ im Gartenhandel überall verbreitet werden. Ebenso pflanzt man die eßbaren Topinambu oder Sonnenblumenerdäpfel, die Knollen der südamerikanischen Sonnenblume (Helianthus tuberosus) ganz allgemein im Anbau auf diese Weise fort. Die Knollen trennen sich durch Absterben ihres mit der Mutteraxe zusammenhangenden Theiles von letzterer mit der Zeit auch freiwillig. Reißt man die Topinambupflanze im Garten aus der Erde, so bleiben ihre Knollen leicht zurück und die Pflanze kommt in jedem Jahre von Neuem zum Vorscheine, bis man alle Knollen aus der Erde gräbt. Eine ächte Wurzel ist bei keiner Pflanze für sich lebensfähig, sondern stirbt immer nach der Trennung von der Stammaxe völlig ab. Die Blätter der Compositen sind häufig, gleich denen der Dipsaceen, weil das Parenchym die Zwischenräume zwischen den Rippen und deren Adernverzweigungen nicht völlig füllt, vielfach eingeschnitten, entweder grob fiederlappig, oder so, daß auch die einzelnen Lappen noch wieder mit Einschnitten versehen sind, und mitunter so vielfach und stark, daß das einzelne Blatt aussieht wie ein vielfach zertheiltes und zerlapptes Büschelchen. Die einzelnen Lappen sind mitunter durch die Breite und Tiefe der Einschnitte so sehr getrennt, daß sie wie einzelne Blättchen an der Mittelrippe stehen, welche stielartig erscheint. Häufig ist der Saum der Blattspreite noch an den Stengel selbst angewachsen und läuft wohl gar noch beträchtlich, indem er sich unmittelbar in das an den Stengel gewachsene Phyllodium verlängert, als Leiste oder „Flügelrand“ am Stengel herab, wie dieses bei den Disteln häufig ist. Bei anderen Gattungen dagegen ist er sehr gering und umgibt nur das Ende der Mittelrippe, so daß diese als ein sehr langer Blattstiel erscheint. Der Phyllodientheil ist aber auch in diesem Falle mit dem Umfange der Stengelaxe verschmolzen, wie man dieses ausgezeichnet deutlich an dem glatten, zapfenförmigen Stengel, der mitunter wegen der Seltsamkeit ihres Wuchses bei uns in Zimmern cultivirten spießblätterigen Pestwurz (Cacalia integrifolia) sehen kann, an welchen von dem Ansatzpunkte einer jeden stielartigen Blattrippe abwärts der Umriß eines Phyllodiums und seiner Mittelrippe mehr durch die Färbung, als durch die Hervorragung erkennbar ist. Da die Linien, welche sich hier zeigen, dem Verlaufe der Gefäßbündel entsprechen, und somit auch hier, außer dem Mittelbündel, besonders zwei am Saume des Phyllodiums verlaufende Nebenbündel vorhanden sind, während die Vertheilung der Adern in den eigentlichen

Blättern selbst eine ganz andere ist, so führt uns diese Uebereinstimmung der Phyllodien mit den Blumenkronenblättern zu demselben Schlusse, welchen wir schon früher bei den Monocotyledoneen zu machen Gelegenheit hatten (Seite 763), daß die Blumenblätter nur den Phyllodien entsprechen. — Bei den Blättern der Compositen laufen die Mittelrippe und die Seitenrippen, ja mitunter selbst noch die Verästelungen dieser letzteren, häufig in mehr oder weniger steife Spitzen aus. Jedermann kennt die Dornen der Disteln, welche diesen Ursprung haben. Sie sind am steifsten an den Deckblättern der Blüthe. Bei einigen Distelarten sind die ganzen Blätter fast nichts, als verästelte Dornen, indem das Parenchym nur eine Rinde und schmale Säume an den Rippen und deren Verästelungen bilden. Viele Stacheln auf der Unterseite der Blattrippen, sowie an den Stengeln, sind indessen noch außerdem vorhanden, und diese sind, wie sich durch ihre völlig ungeregelte Stellung, nicht aus ihrer innern Textur erweist, nur ähnliche Wucherungen des Parenchyms, besonders der Rinde und der Oberhaut, wie die Haare, von welchen sie nur durch beträchtlichere Anhäufung der Zellen verschieden sind. Solche Stacheln enthalten nie Gefäße, wie jene Dornen, welche sich eben dadurch von ihnen unterscheiden. Die Neigung zur Bildung von Stacheln und Haaren ist bei den Corymbiferen, besonders aber den Cynarocephaleen, an allen Blatt- und Stengeltheilen in hohem Grade bezeichnend; wo keine Stacheln vorhanden sind, da ist meistens die ganze Oberfläche rauh von steifen Haaren oder filzig von zarteren Härchen bedeckt. Selbst an der Röhre der Blumenkrone zeigen sich solche Haare häufig. Auf den Blättern befördern diese, weil sie die Oberfläche, welche der Luft dargeboten wird, vermehren, die Ausdünstung beträchtlich, und es rührt daher, daß die am stärksten behaarten Pflanzen, wie die Sonnenblume, so leicht in der Hitze des Mittags die Blätter welk niederhangen lassen. Durch die Verdunstung werden die Säfte der Zellen erschöpft, und wenn die Wurzeln nicht genügende Feuchtigkeit aus dem Boden zuzuführen vermögen, so sinken die Zellenwandungen wie leere Schläuche zusammen und alle Spannung geht verloren; mit neuer Feuchtigkeit kehrt dieselbe jedoch wieder; nur wenn die Austrocknung einen solchen Grad erreichte, daß die Zellenmembranen sich verhärteten und die in den Zellen enthaltenen Substanzen verändert wurden, folgt auf das Welken der Tod der Blätter.

Die Cichoriaceen oder bandblüthigen Compositen enthalten einen weißen Milchsaft in allen ihren Theilen. Man bemerkt denselben, wenn man die unterirdischen Stämme durchschneidet, sehr leicht, indem er in reichlichen Tropfen in einem Kreise aus den Milchsaftgefäßen hervortritt, deren Lage sich dadurch gleich bezeichnet. Aber auch die krautigen Stengel, die Blätter, ja selbst die Blüthenscheiben sind von demselben erfüllt. Dieser Milchsaft enthält außer Kautschuk bittere Substanzen, zugleich von etwas herb zusammenziehendem Geschmacke und von narkotischer, betäubend giftiger Eigenschaft. Diese letzteren Substanzen sind jedoch vorzüglich dann in dem Safte vorhanden, wenn die Blätter der Pflanze längere Zeit entfaltet waren und somit ihre Funktionen verrichten konnten. Man spürt wenig von ihnen in dem ganz jungen Kraute, weßhalb von einigen Pflanzen dieser Familie die Frühlingsblätter als Salat oder Gemüse genossen werden, während die späteren ungenießbar sind. Merkwürdiger Weise hat die Cultur ebenfalls vermocht, eine Verminderung der unangenehmen und schädlichen Wirkungen bei diesen Gewächsen

zu bewirken, so daß nur ein wohlthuend bitterlicher, erfrischender Geschmack ohne alle nachtheilige Wirkung sich geltend macht; so ist es eben bei den Skorzoneren, Cichorien und mehreren andern Pflanzen der Küchengärten. Bei einigen können wir sogar ein ganz bestimmtes Verfahren anwenden, um denselben Zweck zu erreichen. Man bedeckt nämlich die Pflanzen theilweise mit Erde, stürzt einen Blumentopf über dieselben, oder schützt sie auf irgend eine andere Weise vor dem Einflusse des Lichtes, wie man denn z. B. die Rosetten der Wurzelblätter der Endivien (Cichorium endivia) „aufbindet", d. h. in einen Schopf zusammenfaßt, so zusammenbindet und dadurch die äußeren Blätter zum Dache der inneren und der sich noch neu entwickelnden Blätter macht. Dem Einflusse des Lichtes entzogen, können die Blätter ihre Funktionen nicht ausüben; es kann in ihren Zellen nicht mehr die Zersetzung der Kohlensäure erfolgen, es bildet sich kein grünes Chlorophyll, die Blätter werden also gelblich oder weiß, und zugleich bilden sich nicht die herben und schädlichen Substanzen des Milchsaftes. Man ist noch weit entfernt, sich vollständige Rechenschaft geben zu können über den Zusammenhang aller der chemischen Prozesse, welche unter dem Einflusse des Lichtes in der Pflanze vor sich gehen, und von deren Resultaten das eine der Milchsaft ist, ein anderes das grüne Chlorophyll. Einstweilen wissen wir nur, daß jene Prozesse ohne den Einfluß des Lichtes nicht vor sich gehen, und daß damit zugleich eine mangelhafte Ausbildung der Organe selbst in der Pflanze verbunden ist. Die Pflanze „vergeilt", wie die Gärtner sich ausdrücken, d. h. das Zellgewebe wird äußerst zart, überreich an wässerigen Säften und äußerst hinfällig. Bei jenen Küchengewächsen ist aber eben dieser Erfolg neben jenem anderen sehr erwünscht, und die Gärtner bezwecken denselben bei der „künstlichen Vergeilung" absichtlich; denn die Pflanzenorgane sind eben dadurch genießbarer, verdaulicher. Für die Wissenschaft geht einstweilen aus diesen Erfahrungen wenigstens eine Bestätigung der Vermuthung hervor, daß die Blätter das chemische Laboratorium sind, in welchem die Säfte der Pflanzen ihre Eigenthümlichkeiten erhalten. — Einer besonderen Art der Vergeilung müssen wir noch gedenken. Die Lattichpflanze (Lactuca sativa) wächst auf trockenem, steinigem Boden und an sonnigen Plätzen rasch mehrere Fuß hoch empor, bekommt dabei höchstens eine Hand große, ziemlich schlichte Blätter und entwickelt einen rispigen Strauß zahlreicher Blüthenkörbchen; dabei ist sie reich an Milchsaft. Auf einem feuchten, feinen und an verwesenden organischen Substanzen reichen Boden und in schattigen Gartenbeeten bleibt die Axe der Pflanze kurz, dagegen entwickelt sich eine dicht gedrängte Rosette außerordentlich großer, buchtig runzeliger Blätter, von denen die äußeren über den inneren sich ganz zusammenwölben, so daß diese nun völlig zusammengekraust und dem Einflusse des Lichtes entzogen bleiben. Bekanntlich nennt man eine solche Rosette ein Haupt oder einen Kopf, und man pflegt den Lattich deßwegen im gewöhnlichen Leben Kopfsalat zu nennen, da er, in dieser Form von Natur vergeilt, ein sehr gesundes, zartes und angenehmes Salatkraut ist. Bekanntlich gelingt die Kopfbildung aber nicht immer, besonders nicht im Sommer und nicht in sonnenreichen Jahren, wenn gleich man durch gehörige Auswahl des Standortes, durch künstlichen Schutz und manche andere Mittel zu Hülfe kommen kann.

Bittere Substanzen bilden sich auch bei denjenigen Compositen, welche nicht die auffallende weiße Färbung des Milchsaftes besitzen. Diese Bitterkeit rührt oft

von Substanzen her, welche eine wohlthätige arzneiliche Wirkung haben. Die Blüthenboden und die zusammengewachsenen fleischigen Deckblätter der Artischoke (Cynara scolymus) sind bei ihrer Bitterkeit eine sehr beliebte Speise. Bei sehr vielen Corymbiferen kommt noch ein flüchtiges aromatisches Oel hinzu, welches denselben oft in allen Theilen neben der Bitterkeit starke Düfte verleiht. So ist es bei der Kamille (Matricaria s. Anthemis nobilis), bei der Schafgarbe (Achillea millefolium), dem Rainfarrn (Tanacetum vulgare), der Wohlverleih (Arnica montana) und vielen anderen, besonders auch dem Beifuße (Artemisia vulgaris) und dem Wermuth oder Absinth (A. absinthium). Man benutzt solche als wirksame Arzneimittel. Auch der Wurmsamen kommt von einer Beifußgattung (Artemisia contra) in Persien und Palästina, jenes Mittel, mit welchem man die Spulwürmer der Kinder zu vertreiben pflegt, und welches nebenbei die noch unerklärte Wirkung hat, daß man nach dem Genusse gegen alle Theile des Sonnenlichtes unempfindlich ist, mit Ausnahme des grünen, und daß man daher alle Gegenstände in grünem Lichte zu sehen glaubt. — Einige Compositen sind auch durch Farbstoffe wichtig, so besonders die Färberdistel (Carthamus tinctorius), deren Blüthen den Saflor liefern. Die rothe Farbe wird bedingt durch eine eigenthümliche alkaloidische Substanz, das Carthamin ($= C^{14} H^{8} O^{7} N^{3}$). — Die Samen, oder vielmehr die in den Früchten enthaltenen Embryonen, sind reich an fetten Oelen, und von einigen Compositen, wie z. B. der Sonnenblume, wird solches nicht selten gewonnen, ja es gibt einige Pflanzen, wie u. a. die Madia (Madia sativa), aus Chile in Deutschland eingeführt, welche ihres Oelreichthumes wegen cultivirt werden. — Die Knollen der Topinambupflanze werden wie Kartoffeln genossen und sind diesen wirklich höchst ähnlich. In den Zellen ihres stark entwickelten Parenchyms sind zahlreiche Körnchen einer Substanz enthalten, welche dem Stärkemehle isomer und wie dieses in kaltem Wasser unauflöslich, dagegen in heißem auflöslich ist. Diese Substanz zeigt jedoch nie Spuren einer schichtweisen Ablagerung von Verdickungsschichten um einen Kern, auch wird sie von Jod nicht blau, sondern gelb gefärbt. Da man dieselbe zuerst in einer andern, nahe verwandten Pflanze, dem Alant (Inula hellenium) entdeckte, so hat man sie Alantstärke oder Inulin genannt; man weiß aber jetzt, daß dieselbe in vielen Pflanzen die Stelle des Stärkemehles vertritt. Sie ist in sehr vielen Compositen, u. A. auch in den Georginenknollen, gefunden worden, ebenso in der Zwiebel der monocotyledonischen Zeitlose.

Die Compositen, deren Blüthenkörbchen nicht allein auf allen Wiesen, sondern auch in unsern Gärten eine Hauptzierde bilden, geben uns vielfache Gelegenheit zu beobachten, daß die Blumen in Betreff ihrer Oeffnung und Schließung ganz von der Beschaffenheit der Atmosphäre abhangen. Den Zusammenhang dieser Stellungsveränderung der Blüthentheile haben wir bei den Gramineen (Seite 830) bereits kennen gelernt. Findet auch nicht eine eigentliche Austrocknung der Organe statt, so haben doch die geringsten Veränderungen in dem Grade der Saftfülle im Zellgewebe die nämlichen Erfolge. Alle Blumen sind daher im höchsten Grade hygroskopisch, und zeigen einerseits die Veränderungen im Feuchtigkeitszustande der Luft, andererseits den Grad der unter dem Einflusse der Temperatur in ihnen vorgehenden Verdunstung in augenfälliger Weise an. Bei den Compositen ist diese Augenfälligkeit

so groß, daß sie auch wohl im gewöhnlichen Leben beachtet wird. Es rührt dieses daher, weil hier nicht allein die einzelnen Blüthen, sondern auch die ganzen Blüthenkörbchen sich öffnen und schließen. Eine Wiese, welche gestern von tausend Löwenzahnblumen goldgelb erschien, ist heute, da trübes Wetter herrscht, rein grün — eine Stunde Sonnenschein öffnet die tausend goldenen Augen von Neuem. Die Gartenringelblume (Calendula pluvialis) heißt in manchen Gegenden Regenblume, weil sie bei feuchter Atmosphäre, oft nahe vor einem Regen, ihre Blüthenkörbchen schließt. Die meisten Pflanzen schließen ihre Blüthen, sobald die Feuchtigkeit des Abends eintritt, und öffnen sie erst wieder am Morgen; viele öffnen sich erst in der Wärme des Mittags und schließen sich schon nach einigen Stunden wieder; einige erschließen sich nur dem brennendsten Sonnenscheine. Man hat unter dem Namen einer Blüthenuhr ein Verzeichniß von bekannteren Pflanzen aufzustellen versucht, in welchem die Stunden der Oeffnung und Schließung der Blüthen angegeben sind.

Ist einerseits die Zahl der bekannten Gattungen der Compositen eine außerordentlich große, so wird andererseits die Mannigfaltigkeit in dieser Gruppe von Pflanzen noch in hohem Grade erhöht durch ihre Neigung zur Bildung von Abarten und Spielarten. Von Dahlien bieten die Verzeichnisse der größeren Handelsgärten mehr als 2000 Varietäten an; die Astern waren früher in ähnlicher Verschiedenheit in den Gärten zu finden. — Die ungeheure Menge der Samen macht viele Compositen zu gefürchteten Unkräutern. Die Disteln (Carduus) und Scharten (Serratula) unter den Cynarocephaleen sind fast ebenso berüchtigt, als die Wucherblumen (Chrysanthemum) unter den Corymbiferen.

In allen Zonen der Erde sind die Kardenträger verbreitet; am meisten treten die Compositen hervor, von welchen in allen Zonen eine auffallende Menge von Gattungen gefunden wird. In der kalten Zone betragen ihre Arten $^1/_{13}$ aller bekannten Samenpflanzen, in der gemäßigten Zone Europa's und Asiens $^1/_8$, in Amerika gar $^1/_6$, in der heißen Zone $^1/_{18}$. Das Verhältniß vermindert sich somit von der gemäßigten Zone nach beiden Extremen. In der gemäßigten Zone stehen ihnen an Artenzahl selbst die Gramineen nach. Die Individuenmenge dieser Pflanzen ist obendrein so groß, wie bei wenigen andern Familien, sie wetteifern fast mit den Gramineen. Die einzelnen Arten sind zum Theil außerordentlich weit verbreitet; die Federkronen ihrer Früchte müssen die Verbreitung des Samens in hohem Grade erleichtern. Astern (Aster) und Goldruthen (Solidago) in zahlreichen Arten und unendlicher Häufigkeit charakterisiren gleichsam die nördlichen und mittleren Gegenden der Vereinigten Staaten Amerika's; ebenso sind Brasilien, Chile und die Laplatastaaten charakterisirt durch holzige, strauch- und baumartige Compositen.

Siebente Ordnung.

Die Glockenblüthler. Campanulinæ.

Unter den glockenblüthigen Gewächsen bilden die eigentlichen Glockenblumen (Campanulaceae) die wichtigste Familie. Viele derselben stimmen, ebenso

wie die Lobeliaceen, mit den Cichoriaceen darin überein, daß sie ähnliche weiße Milchsäfte enthalten. Die Kautschuklobelia (Lobelia cautchouc) Südamerika's liefert in ihrem Milchsafte reichliche Mengen von Federharz, welche in den Handel kommen. Im Wesentlichen unterscheiden sie sich von jener Familie der Kardenträger durch ihre in traubenförmig verästelten Blüthenständen einzeln stehenden, dabei meistens beträchtlich großen und in allen Kreisen von Blüthenorganen mit voller Fünfzahl ausgebildeten Blüthen. Bei diesen Blüthen ist stets der Kelch grün gefärbt, die Krone dagegen von irgend einer andern Farbe. Wir werden eine solche Verschiedenheit der Färbung von Kelch und Krone sich bei allen folgenden Ordnungen so vielfach wiederholen sehen, daß dieselbe uns in der Klasse der Dicotyledoneen als vorherrschende Regel erscheint. Bildliche Darstellung der Blüthen- und Fruchtbildung einer Glockenblume möge theils zur Erläuterung dieser Ordnung, theils zur Erklärung früher berührter Gegenstände dienen (Fig. 467—477).

Die Jasionen (Jasione) haben einen Blüthenstand, welcher den Karden der Skabiosen (Fig. 449) äußerst ähnlich ist; auch haben diese Campanulaceen und alle Lobeliaceen die Antheren, wie die Compositen, in eine Röhre verwachsen



Fig. 467. Die Rapunzel-Glockenblume (Campanula rapunculus), deren Wurzeln und junge Blätter als Salat und Gemüse gegessen werden.

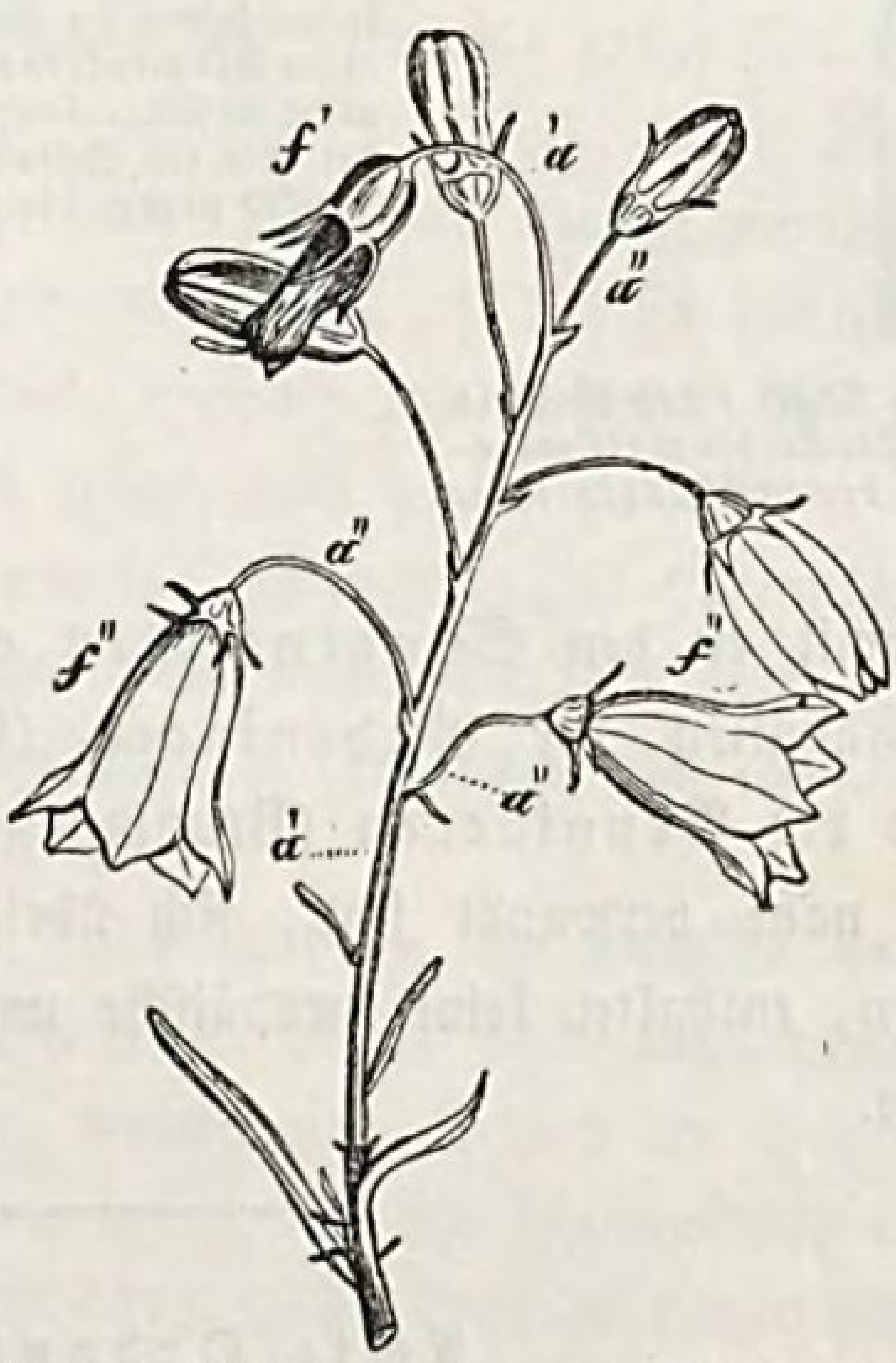


Fig. 468. Blüthentraube der pfirsichblätterigen Glockenblume (Campanula persicifolia).*

* a'a' Blüthenstandaxe, deren letztes Glied ein Blüthenstiel ist; a''a''a'' Zweige der Blüthenaxe, in der Achsel kleiner, nach oben immer geringer werdender Deckblättchen entspringend, und jeder ein Blüthenstiel. Man sieht, daß die endständige Blüthe f' bereits vertrocknet ist und in den Zustand der Frucht überzugehen beginnt, während die zweigständigen Blüthen f'' unten noch blühen und die oberen noch in der Knospenlage befindlich sind (siehe Seite 930).



Fig. 469. Eine einzelne Blüthe der rundblätterigen Glockenblume (Campanula rotundifolia). *

* c Der fünfblätterige aber um den Fruchtknoten angewachsene Kelch, welcher in fünf freie Spitzen endigt; l der fünfspitzige Rand der aus fünf Kronenblättern, welche mit ihren Rändern vereinigt sind, gebildeten Glocke; s die Narben des Griffels.

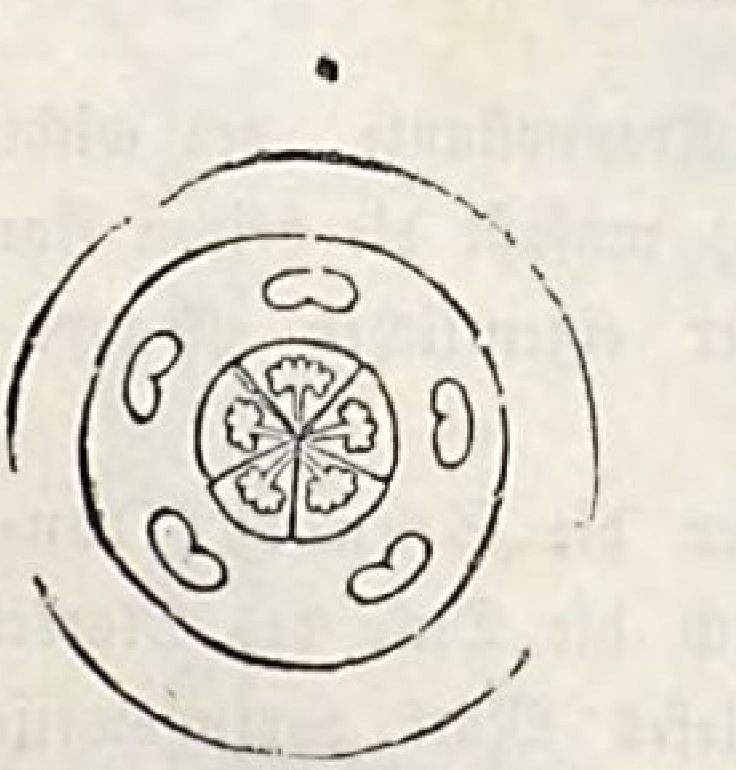


Fig. 471. Diagramm einer Blüthe der Rapunzel-Glockenblume. — Fünf vereinigte Kelchblätter; fünf vereinigte Kronenblätter; fünf Staubfäden; fünf zum Fruchtknoten vereinigte Karpelle; in den fünf Fächern je ein achselständiger Samenträger, an welchem zahlreiche Samenknospen nach der freieren Seite gedrängt entspringen.



Fig. 474. Diagramm des Fruchtknotens einer Rapunzel-Glockenblume, bei welcher zwei Karpelle fehlgeschlagen sind.



Fig. 470 Eine einzelne Blüthe der Rapunzel-Glockenblume (Campanula rapunculus) in der Knospenlage. *

* c Kelch; p Krone.

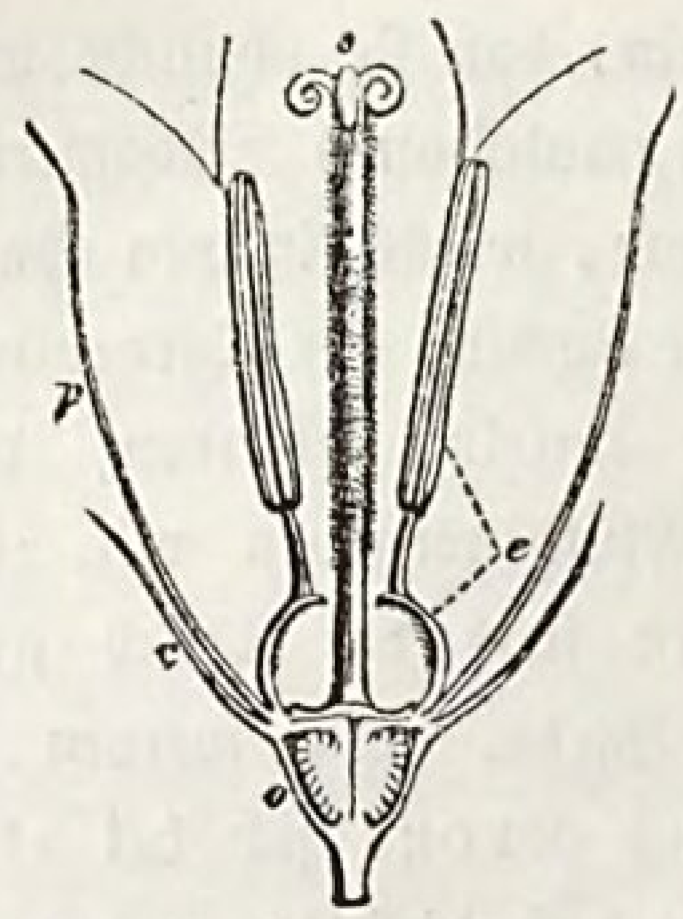


Fig. 472. Die Blüthe der Rapunzel-Glockenblume, senkrecht durchschnitten. *

* o Fruchtknoten; c Kelchspitzen; p glockenförmige Krone; e Staubfäden; s Narben des Griffels, hier nur drei, in Folge des Fehlschlagens zweier Karpelle, welches nicht selten vorkommt.



Fig. 473. Der obere Theil t des Griffels der rundblätterigen Glockenblume (Campanula rotundifolia) mit der vollständig fünfzähligen Narbe s.

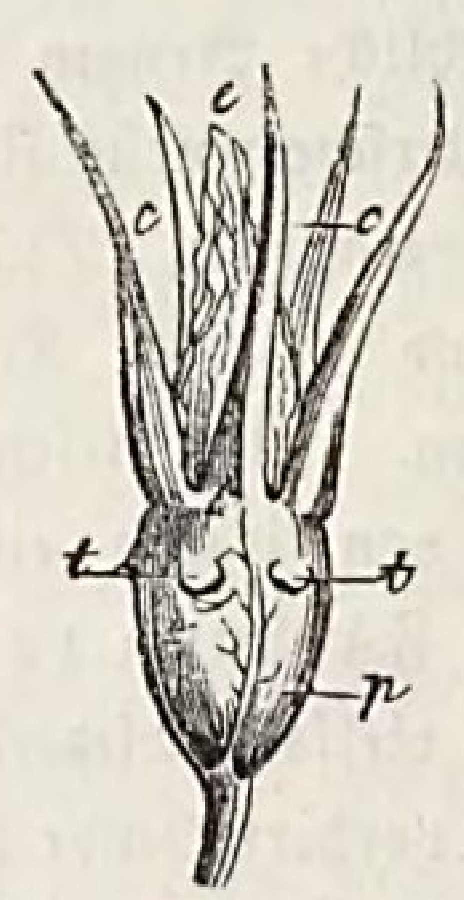


Fig. 475. Die Blüthe der pfirsichblätterigen Glockenblume (Campanula persicifolia) nach der Blütezeit. *

* p Frucht; t Löcher an den Fruchtfächern, durch welche diese sich öffnen, da sie nicht regelmäßig aufspringen; c Kelchblattspitzen, welche die Fruchtkrone bilden; e die glockenförmige Blumenkrone, welche hier nicht abfällt, sondern vertrocknet wie ein Zeltdach über der Frucht stehen bleibt.

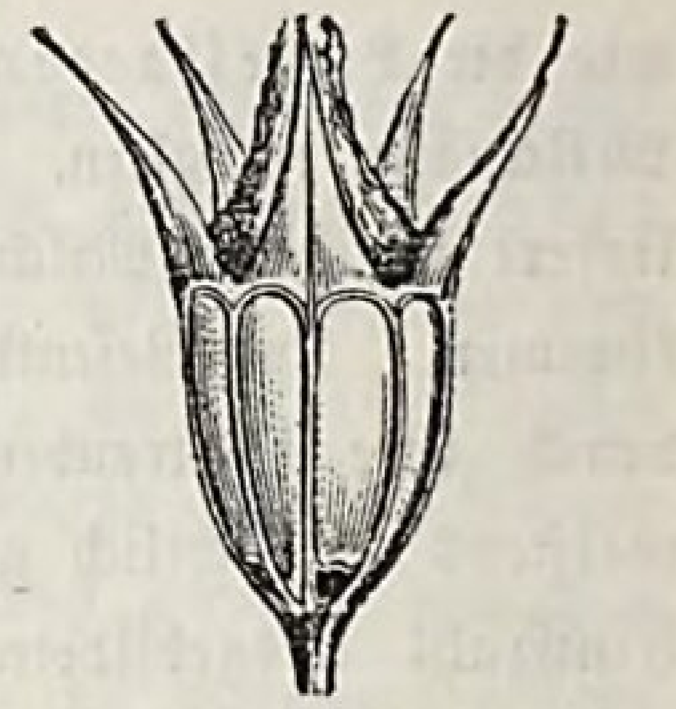
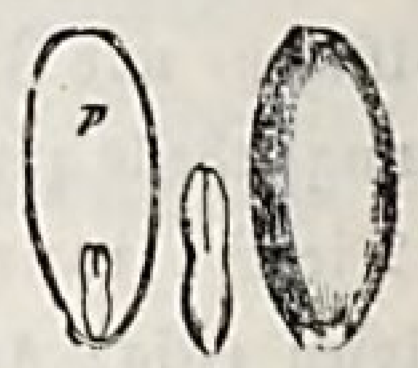


Fig. 476. Die Frucht einer Rapunzel-Glockenblume (Campanula rapunculus), wo die Löcher sich an den unteren Theilen der Kapselfächer der Frucht bilden.



b c a

Fig. 477. Der Same der Rapunzel-Glockenblume; a ein Samenkorn von außen, die Mikropyle zum Knospenursprungspunkte zurückgekrümmt unten, der Knospengrund oben, ein Nabelstrang an der Seite angewachsen; b der Same durchschnitten, um das Endosperm p und den Embryo o zu zeigen; c der Embryo stärker vergrößert, die Cotyledonen sind nicht größer, als das Axenorgan.

und verdienen somit zu den Syngenesisten oder Synanthereen gerechnet zu werden. Die Familien der Gudeniacen (Goodeniaceae), der Stylideen (Stylideae) und der Bruniaceen (Bruniaceae), welche den Campanulaceen und Lobeliaceen sehr nahe verwandt sind, sich übrigens von den Kardenträgern mehr als jene entfernen, enthalten keine europäische und überhaupt nur wenige und minder wichtige Pflanzen.

Achte Ordnung.

Die Krappe. Rubiacinæ.

Die Ordnung der Krappe, benannt nach der Krapppflanze, der wichtigsten europäischen Pflanze, welche dieser Ordnung angehört, umfaßt die beiden Familien der Geißblattgewächse (Caprifoliaceæ) und der eigentlichen Krappe oder Röthen (Rubiaceæ).

Zur Familie der Geißblattgewächse gehören die Schneeballen- und Hollunderbäume, von denen die letzteren sich durch die Dicke des Markes vor andern Holzpflanzen auszeichnen. Es eignet sich dieses Mark vorzugsweise zur Untersuchung dieses Zellgewebes. In ganz jungen Sprossen besteht es aus abgerundeten Zellen, die sich von einander sondern lassen, dabei aber oft schon sehr deutlich Tüpfelchen oder netzartige Lücken einer zarten Verdickungsschicht zeigen (Fig. 478 und 479). Später wird dieses Mark vollkommen parenchymatisch und

die Zellen sind dann sehr zierlich polyedrisch (Fig. 480); beim Attich oder Zwerg-holder (Sambucus ebulus) findet man, ähnlich wie beim Feigenbaume, mitten im Marke deutliche Milchsaftgefäße. Bei jungen Zweigen kann man sehr leicht die Abrollbarkeit der Spiralgefäße der Markscheide erproben, wenn man dieselben vorsichtig durchbricht.



Fig. 478.



Fig. 479.

Fig. 478. Eine punktirte oder Tüpfelzelle aus dem jungen Gewebe des gemeinen Hollunders (Sambucus nigra), vergrößert.

Fig. 479. Eine gestreifte oder Netzzelle, eben daher.

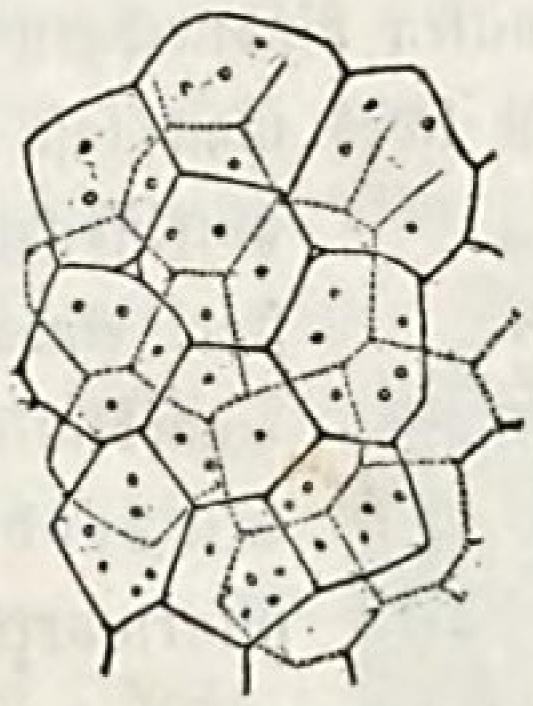


Fig. 480. Zellgewebe aus dem Marke des Hollunders, vergrößert. Die Zellen sind punktirt.



Fig. 481. Der Blüthenstand des Tinusstrauches (Viburnum tinus). Die Blüthe der Axe erster Ordnung ist schon verblüht; von den Axen zweiter Ordnung sind nur drei gezeichnet, vier sind abgeschnitten; die Blüthen der Axen zweiter Ordnung blühen, die der dritten Ordnung sind noch in der Knospenlage.

Merkwürdig ist der Blüthenstand des Tinusstrauches, welcher eine Art von Dolde darstellt, bei welcher allemal die Hauptaxe erster Ordnung unmittelbar über dem Ursprunge der Zweigaxen eine Blüthe trägt, was sich an den Axen zweiter Ordnung ganz eben so wiederholt. Dabei ist die Ordnung der Inflorescenz hier stets genau dem Range der Blüthen entsprechend, so daß sich die endständige Blüthe der Axe erster Ordnung zuerst öffnet, worauf ihr zunächst die endständigen der Axen zweiter Ordnung folgen, bis zuletzt auch die Axen dritter Ordnung an die Reihe kommen (Fig. 481). Der gemeine Hollunder gibt ein ausgezeichnetes Beispiel von dem Blüthenstande, welchen man einen Schirm oder eine Trugdolde nennt; es ist eine traubenartige Verästelung, verbunden mit einem doldenähnlichen Stande aller Blüthchen in gleicher Höhe.

Die eigentlichen Geißblatte, nach welchen die Familie der Caprifoliaceen benannt ist, werden in Hecken und Gebüschen häufig wild angetroffen und sind zum Theil ausgezeichnete Schlinggewächse, welche man vielfach an Schattenlauben zieht. Bei ihnen lassen sich die Winterknospen vorzüglich gut beobachten (Fig. 482), und es finden sich mitunter auffallende Nebenknospenbildungen (Fig. 483), wobei die Knospen von unten nach oben an Größe abnehmen; beim Walnußbaum lernten wir das entgegengesetzte Verhältniß kennen. Die Knospen stehen hier stets paarweise einander gegenüber. Es rührt dieses von der Stellung der

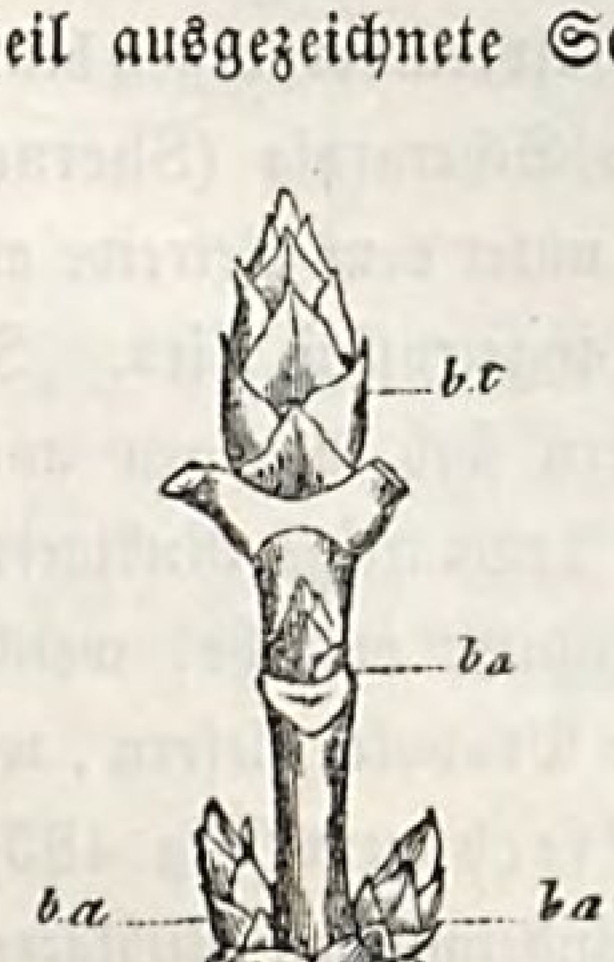


Fig. 482. Der Gipfel eines Stengels des schwarzen Geißblattes (Lonicera nigra), mit Winterknospen. *

* ba Achselknospen, unter denen die Blattnarben bemerkbar sind; bt Gipfelknospe, unter welcher zwei Blattnarben stehen.

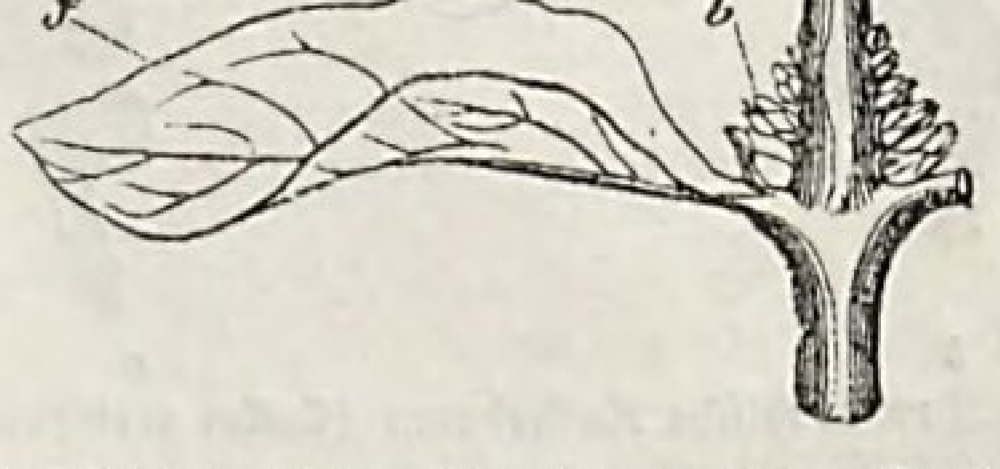


Fig. 483. Ein Stück des Stengels des tartarischen Geißblattes (Lonicera tartarea), mit Nebenknospen. *

* g Ein Blatt; b Achselknospen, deren man vier bis fünf über einander bemerkt.

Blätter, welche abwechselnd durch sehr lange und durch unendlich kurze Internodien getrennt sind. Zwei Blätter, welche durch ein unendlich kurzes Internodium getrennt sind, scheinen, ganz wie die Blüthenblätter, auf gleicher Höhe zu stehen. Dabei sind dann die Säume der beiden gegenständigen Blätter, welche sich bis an den Stengel erstrecken, häufig miteinander verwachsen, so daß sie zusammen als eine einzige Blattfläche erscheinen, durch welche der Stengel mitten hindurchgewachsen ist. Das welsche Geißblatt (Lonicera caprifolium), welches man fast in jedem größeren Garten antrifft, gibt ein ausgezeichnetes Beispiel eines solchen „durchwachsenen" Paarblattes. — Die Früchte des Schneebeerenstrauches (Symphoricarpus racemosus) sind sehr geeignet zur Untersuchung der Beschaffenheit der Zellen, indem man im Winter aus denselben einen Brei herausquetscht, welcher aus zahlreichen, durch Auflösung vieler Zellen des Fruchtfleisches ganz von einander getrennten Zellen besteht.

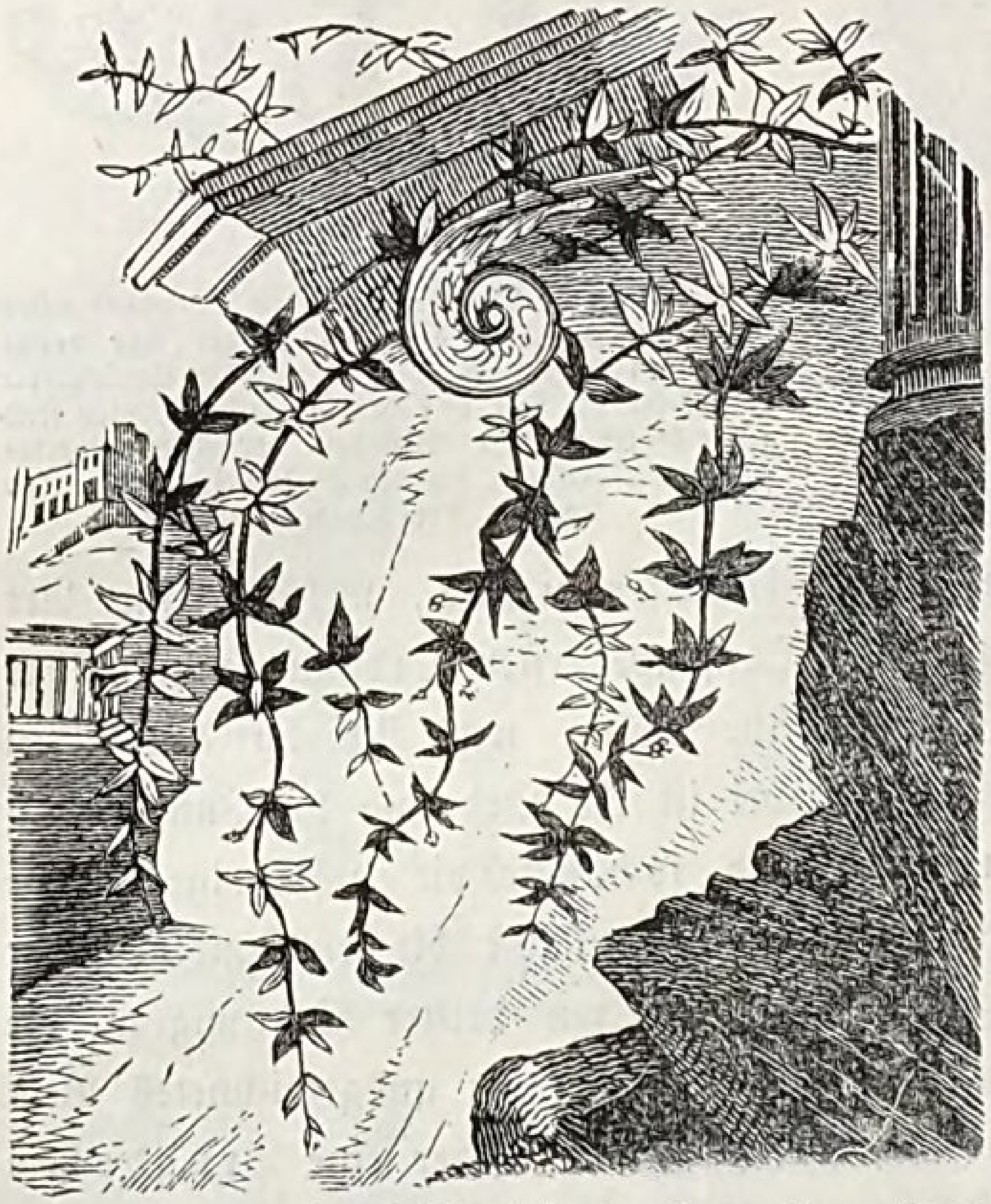


Fig. 484. Die wilde Färberröthe oder Krapppflanze (Rubia tinctorum).

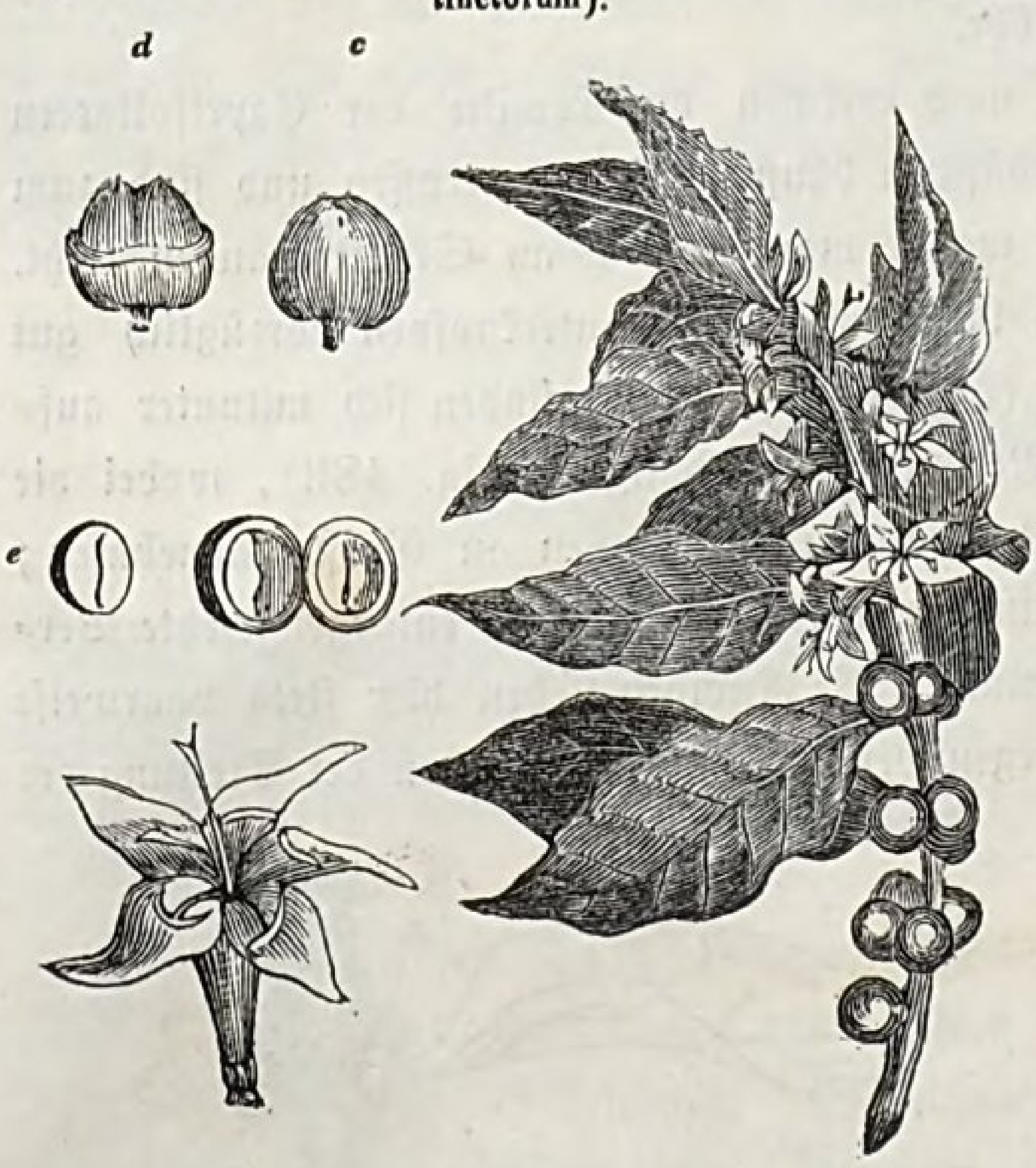


Fig. 485. Der arabische Kaffeebaum (Coffea arabica). *

* a Ein Zweig mit Blüthen und Früchten; b eine Blüthe für sich; c die kirschenähnliche Frucht; d dieselbe nach Hinwegnahme des oberen Theiles des Fruchtfleisches; e die Frucht senkrecht durchschnitten, in jeder Hälfte eine Kaffeebohne, und eine Kaffeebohne für sich.

Die Familie der Röthen (Rubiaceæ) enthält außer der wichtigen Färberröthe (Fig. 484), welche den Krapp liefert, in Deutschland nur geringe Kräuter, von denen die Labkräuter (Galium) in Hecken und Gebüschen gemein sind, der Waldmeister (Asperula odorata), das köstlich duftende Maitrankskraut, in schattigen Wäldern verborgen blüht und die kleine Scherardia (Sherardia arvensis) unter dem Getreide als Ackerunkraut angetroffen wird. In anderen Ländern sind dagegen auch strauch- und baumartige Rubiaceen zu finden, darunter manche, welche höchst wichtige Produkte liefern, wie z. B. der Kaffeebaum (Fig. 485).

Unsere einheimischen Rubiaceen haben meistens vierkantige Stengel, an welchen die Blätter höchst eigenthümlich vertheilt stehen; auf ein ziemlich langes Internodium des Stengels folgen nämlich jedesmal zunächst drei unendlich kurze, dann wieder ein langes u. s. w. Es rührt

daher, daß nicht allein, wie bei den Geißblattpflanzen, ein Blätterpaar auf ganz gleicher Höhe sich gegenüberstehend erscheint, sondern daß hier sogar zwei solche Paare, sich kreuzend, auf ganz gleicher Höhe zu stehen scheinen. Dazu kommt neben jedem dieser Blätter eine merkwürdige Entwicklung von Nebenblättchen, welche den Blättern selbst an Größe und Form im höchsten Grade zu gleichen pflegen; somit erscheinen denn zwölf, oder gewöhnlich, da die Nebenblättchen nicht immer beide neben jedem Blatte ausgebildet sind, nur zehn, neun, acht, sieben oder sechs Blättchen in einem Quirle um den Stengel gestellt, wie Strahlen eines Sternes, weßhalb man diejenigen dieser Pflanzen, welche die auffallendsten Quirle zeigen, Sternkräuter (Stellatæ) zu nennen pflegt. Die Vierzahl der Blätter tritt deutlich hervor in den Blüthen, in welchen die Phyllodien der zwei Blätterpaare jedes Quirles allemal einen der Blüthenquirle bilden. Die reichblüthigen, traubenförmigen Blühenstände entspringen theils auf dem Gipfel des Stengels, theils in den Achseln der Blätter, und man sieht hier an der Art der Verästelung, daß die zahlreichen Blättchen in der so eben erwähnten Weise zu erklären sind, indem stets nur in jedem Quirl aus den Achseln zweier sich gegenüberstehender Blättchen Zweigaxen entspringen, ganz wie dieses bei denjenigen Rubiaceen der Fall ist, deren Blätter nicht in Quirlen stehen, sondern in einzelnen Paaren, dabei aber auch fast immer wenigstens von kleinen Nebenblättchen begleitet sind (Fig. 485 bis). Der Kelch ist bei den Blüthen unserer Labkräuter (Fig. 486—488) meistens äußerst wenig bemerkbar, da er auch in dieser Familie nebst dem unteren Theile der Kronenblätter und der Staubfäden gänzlich mit dem Fruchtknoten verwachsen ist und nur in sehr kleine Höckerchen endigt, in welchen man die einzige Andeutung seiner vier Blattorgane findet. Vier Spitzen der Kronenblätter sind deutlich und frei ausgebildet, mit ihnen wechseln vier Staubfäden, und der Fruchtknoten, welcher meistens zweifächerig ist, trägt einen Griffel mit zweien

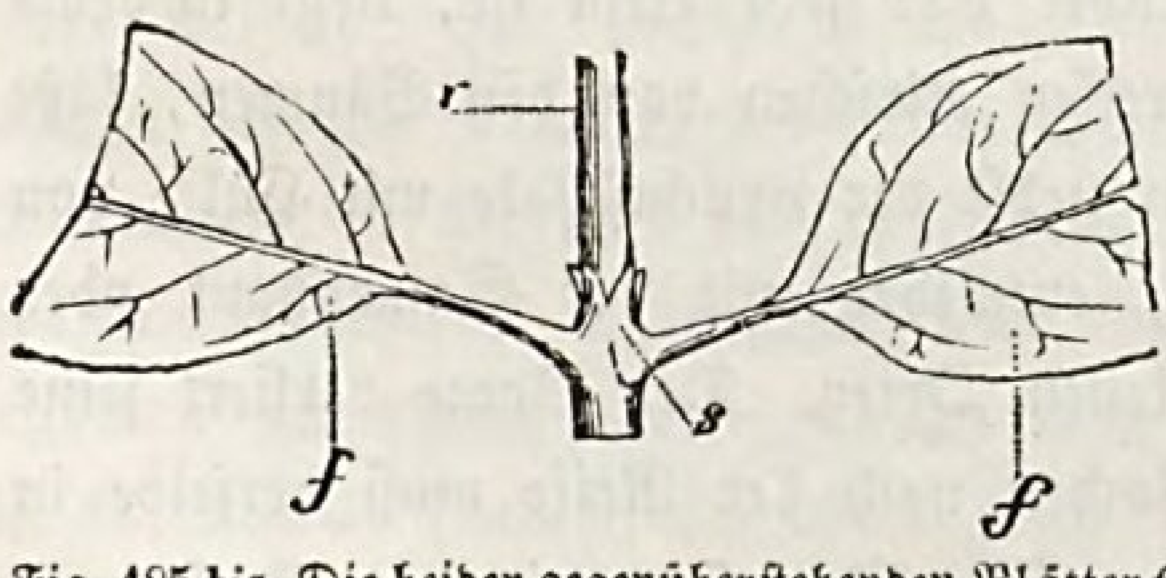


Fig. 485 bis. Die beiden gegenüberstehenden Blätter *ff* einer Rubiacee (Cephalanthus occidentalis), deren jedes an seinem Ursprunge zwei Nebenblättchen besitzt. Die dem Beschauer zugekehrten Nebenblättchen der beiden Blätter sind an der Vorderseite des Stengels *r* zu einem kleinen zweispitzigen Blättchen *s* verwachsen; ein eben solches steht auf der hinteren Seite.

Fig. 488.

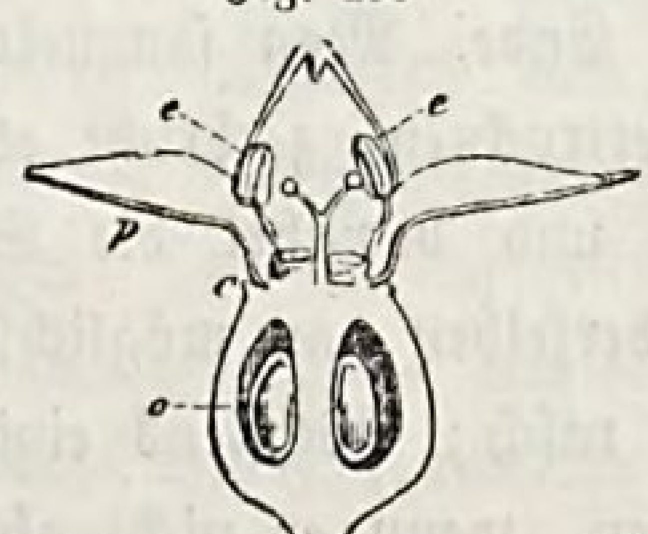
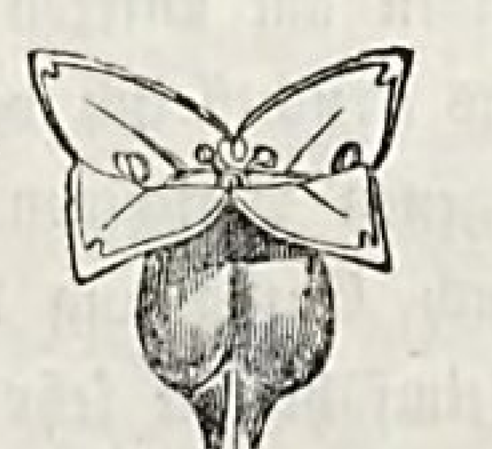
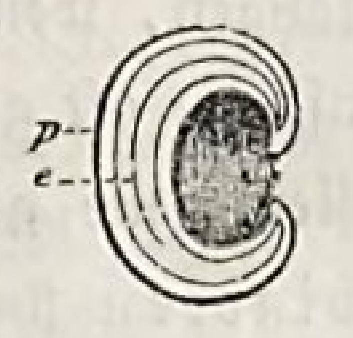


Fig. 486.







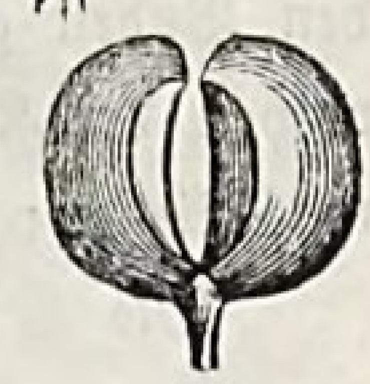


Fig. 489. Fig. 491. Fig. 490.

Fig. 486. Vergrößerte Darstellung einer Blüthe des weißen Labkrautes (Galium mollugo).

Fig. 488. Dieselbe Blüthe senkrecht durchschnitten. *

* *o* Fruchtknoten nebst den angewachsenen Theilen der Staubfäden, Kronenblätter und des Kelches; *c* höckerartige Spitzchen der Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden.

Fig. 489. Eine Frucht der Färberröthe (Rubia tinctorum), etwas vergrößert.

Fig. 490. Die Frucht der Färberröthe, im Zustande der Reife, mit getrennten Fächern.

Fig. 491. Ein Same der Färberröthe senkrecht durchschnitten, um im Endosperm, *p*, den gekrümmten Embryo, *e*, zu zeigen.



Fig. 487. Diagramm derselben Blüthe; vier vereinigte Kelchblätter, vier großentheils vereinigte Kronenblätter; vier Staubfäden; ein zweifächeriger Fruchtknoten mit zweien Samenknospen.

Narben. Um den Grund des Griffels ist der Fruchtknoten schwielig drüsig aufgeschwollen, so daß im Grunde der Blüthe ein kleiner scheibenförmiger Kuchen bemerkbar ist; man nennt ein solches Gebilde eine gipfelständige oder epigynische Scheibe und benutzt dasselbe, weil es manchen Pflanzen zukommt, in ähnlicher Weise als Merkmal bei der Beschreibung, wie die sogenannte hypogynische Scheibe (Seite 881). Statt zweier Fruchtknotenfächer haben einige Rubiaceen deren vier, dann aber auch meistens zwei zweitheilige Narben oder zwei Griffel, deren jeder in zwei Narben endigt. In jedem Fruchtknotenfache findet sich gewöhnlich ein einziges achselständiges, aber umgekehrtes Samenknöspchen, welches sich später zu einem Samen mit dünner Samenschale, kleinem Embryo und einem, diesen allseitig umgebenden Endosperm entwickelt. Die Frucht der Labkräuter erscheint zweibuckelig und ist mit steifen, umgekrümmt hackigen Stachelhärchen besetzt, vermittelst deren sie wie Kletten sich an die Kleider und an das Fell der Thiere anheftet. Nach den beiden Karpellen trennt sich bei der Reife die Frucht in zwei Theile. Beim Kaffeebaume, welcher „immergrün" ist, tritt die Vierzahl der Blüthenorgane nicht so regelmäßig hervor, wie bei den europäischen Rubiaceen, vielmehr herrscht meistens die Fünfzahl. Die Frucht aber ist der unserer Labkräuter und der ächten Färberröthe (Fig. 489 bis 491) sehr ähnlich, zweifächerig. Die äußere Schicht der Frucht (Fig. 485, d), aus dem Kelche, den Kronenblättern und Staubfäden gebildet, wird hier bei der Reife zu einer rothen, fleischigen Beere, welche einer Kirsche ähnelt; die innere Schicht, den Karpellen entsprechend, wird eine pergamentartige Schale. In letzterer findet man zwei Samen, jeden von einer zarthautigen Hülle — den Samendecken — eng überzogen. Die Hauptmasse des Samens bildet hier das hornartig verhärtete Endosperm, welches ähnlich dem der Dattel und des Getreides eine Längsfalte besitzt, in welche die Samenhaut mit eingeht. Das Endosperm ist die eigentliche sogenannte Kaffeebohne; der Embryo, welcher hier sehr klein ist, liegt in demselben am unteren Ende. Man sammelt die reifen Kirschen von den Bäumen, läßt das Fruchtfleisch vertrocknen, zerbricht es dann nebst der Fruchtschale mit Hülfe von eigenen Maschinen und bewahrt die Samen, entweder mit der Samenhaut oder nach Entfernung derselben, an möglichst trockenen Orten. Der Same verliert seine Keimfähigkeit sehr rasch; höchstens einige Wochen nach der Reife muß derselbe in den Boden gelangen, wenn er nicht absterben soll. Man findet in den Kaffeevorräthen der Kaufleute oft ganze Fruchtschalen, welche noch zwei wohlerhaltene Samen umschließen; allein, nie gelingt es, sie zum Keimen zu bringen.

Die Rubiaceen sind reich an eigenthümlichen und wichtigen Substanzen. In der Rinde der hauptsächlich nur in Südamerika einheimischen Chinapflanzen, besonders des eigentlichen Fieberrindenbaumes (Cinchona officinalis), ist eine eigenthümliche, der Gerbsäure ähnliche Säure, die Chinagerbsäure, enthalten, welche nicht frei in derselben vorhanden, sondern mit dreien Pflanzenalkaloiden verbunden ist, nämlich mit dem Aricin ($= NC^{20} H^{12} O^{3}$), dem Chinin ($= NC^{20} H^{12} O^{2}$) und dem Cinchonin ($= NC^{20} H^{12} O$). Diese drei Alkaloide stellen, wie man sieht, eine Reihe dar, in welcher das erste Glied dreimal, das zweite zweimal so viel Sauerstoff enthält, als das dritte. Durch bloße Aufnahme von Sauerstoff vermag sich also das eine in die beiden andern zu verwandeln, und es ist sehr wahrscheinlich, daß dieser Prozeß in der Rinde der Chinapflanzen vor sich geht.

Auf den genannten Substanzen beruht die außerordentliche Wichtigkeit der Chinarinden, welche man in ausgezeichnetster Qualität von dem Fieberrindenbaume erhält, als Arzneimittel gegen das Wechselfieber und andere Krankheiten. — Der dem Kaffeebaume sehr nahe verwandte Ipecacuanhastrauch (Cephaëlis ipecacuanha) in Brasilien, enthält, namentlich in seinen Wurzeln, den sogenannten Brechwurzeln, einen das furchtbarste Erbrechen hervorrufenden Stoff, den Erbrechstoff, das Emetin, welches deßhalb zu wichtigen Arzneien benutzt wird. — Das Endosperm der Kaffeesamen, also die Hauptmasse der Kaffeebohnen, enthält Kaffeegerbsäure ($= C^{14}\ H^{8}\ O^{7}$), verbunden mit einem Alkaloide, dem Kaffeestoffe oder Kaffeïn ($= N^{2}\ C^{8}\ H^{5}\ O^{2}$). Das kaffeegerbsaure Kaffeïn ist in kaltem Wasser unlöslich, in warmem Wasser löst es sich auf. Es ist der wichtige Bestandtheil des Kaffees, welcher dieses Getränk zu einem so wohlthätigen belebenden und ermunternden Mittel macht. Der herrliche Duft der gebrannten Kaffeebohnen rührt von einem aromatischen Oele her, welches sich durch die Hitze der Röstung entwickelt. Merkwürdig ist, daß in mehreren anderen Pflanzenprodukten, welche zu Getränken benutzt werden, dieselben oder doch mit der Kaffeegerbsäure und dem Kaffeïn isomere Substanzen enthalten sind, welche der Instinkt der Menschen früher entdeckt zu haben scheint, als die Kunst der Chemiker. So enthält der Thee, sowohl der eigentliche chinesische Thee, als auch der Paraguaythee ebenfalls Kaffeegerbsäure und Kaffeïn, oder das dem letzteren isomere Theïn. Thöricht ist es, für den Kaffee Ersatzmittel (Surrogate) anzuwenden, welche, weil sie keine Spur der ihn charakterisirenden wichtigen Substanzen enthalten, in ihren Wirkungen keine Aehnlichkeit mit demselben haben können, als etwa die, einen braunen Absud zu liefern. Diesen erlangt man freilich leicht von allen gerösteten stärkemehl- oder zuckerhaltigen Pflanzenprodukten, von Getreidekörnern (Roggenkaffee), von Cichorienwurzeln (deutscher Kaffee), von Runkelrüben (Kaffeeextrakt) u. s. w. Besser würde man den Kaffee ersetzen können durch die Samen anderer Pflanzen aus der Familie der Rubiaceen, z. B. dem der Labkräuter (Galium), welche wirklich eine Spur von Kaffeïn enthalten. Uebrigens wird der Kaffee, seit der ursprünglich aus Oberägypten stammende, und von da nach Arabien eingeführte Kaffeebaum nicht allein in Ostindien, sondern besonders auch in Mittel- und Südamerika verpflanzt ist, in immer steigender Menge gewonnen und so reichlich nach Europa gebracht, daß es sich nicht der Mühe verlohnt, ein wirkliches Surrogat für denselben aufzusuchen.

Andere Rubiaceen sind für die Färberei von großer Wichtigkeit, besonders die in Deutschland und Holland vielfach angebaute Färberröthe. In den Zellen der Wurzeln dieser und einiger anderer Rubiagattungen ist eine gelbliche Flüssigkeit vorhanden, welche mit zunehmendem Alter der Pflanze dunkler wird. In diesem Zellensafte ist ein Alkaloid aufgelöst, das Alizarin ($= C^{20}\ H^{6}\ O^{6}$), welches aus der Flüssigkeit in morgenrothen Nadelchen auskrystallisirt. Durch einen in der Krappwurzel vor sich gehenden Gährungsprozeß verwandelt sich das Alizarin, indem es Kohlenstoff abgibt, in das herrlich rothe Purpurin ($= C^{18}\ H^{6}\ O^{6}$), den eigentlichen Farbstoff des Krapps, um dessentwillen die zerschrotenen Wurzeln der Färberröthe so bedeutende Anwendung in den Türkischrothfärbereien finden. Der Krapp taugt daher, je älter derselbe ist, um desto besser zum Färben.

Neunte Ordnung.

Die Drehblüthler Contortæ.

Eine sehr große Menge von Pflanzen zeichnet sich dadurch aus, daß ihre Blumen in der Knospenlage aussehen, als ob die Kronenblätter, welche sich unter einander dachziegelartig mit ihren Rändern übergreifend decken, rechts herum gedreht wären. Es ist diese Eigenthümlichkeit verbunden mit manchen anderen, welche sich nicht leicht beschreiben lassen und durch welche alle Pflanzen, welche dieses Merkmal zeigen, nebst einigen nahe verwandten, welche eine einfach klappige Knospenlage der Kronenblätter haben, sich als eine innig zusammenhangende Gruppe charakterisiren. Dabei zeichnet sich freilich wieder eine ziemliche Anzahl von kleineren Gruppen durch besondere Merkmale und Eigenthümlichkeiten aus, in Folge deren man dieselben als Familien unterscheidet.

Die Familie der Jasmineen (Jasmineæ) ähnelt in hohem Grade den Caprifoliaceen der vorigen Ordnung; es gehört dahin keine europäische und überhaupt keine besonders wichtige Pflanze.

Die Familie der Fliedern (Oleineæ) enthält zuerst den schönen Zierstrauch, welcher allgemein unter dem Namen spanischer Flieder oder Syringe (Syringa vulgaris) bekannt ist. Die schönen zugespitzt herzförmigen Blätter dieses Strauches besitzen auf der Oberseite gar keine Stomate, auf der Unterseite dagegen auf jedem Quadratzoll ihres Flächeninhaltes etwa 160,000; — Die Blüthen bilden einen herrlichen lilafarbigen oder weißen Strauß, mit traubenartiger Verästelung, ähnlich wie bei dem nächst verwandten Liguster- oder Rainweidenstrauche (Fig. 492), dessen Blüthen auch die nämliche Bildung zeigen. Der Kelch ist hier nicht an den Fruchtknoten angewachsen, aber seine vier Blättchen sind doch bis auf die freien Spitzen vereinigt: die Kronenblätter bilden eine Röhre, sind aber an ihren Spitzen getrennt und flach trichterförmig ausgebreitet. Bei dem spanischen Flieder ist die Frucht eine zweiklappige Kapsel, welche fachspaltig aufspringt und die ein bis zwei Samenkörner jedes Faches ausschüttet; beim Liguster

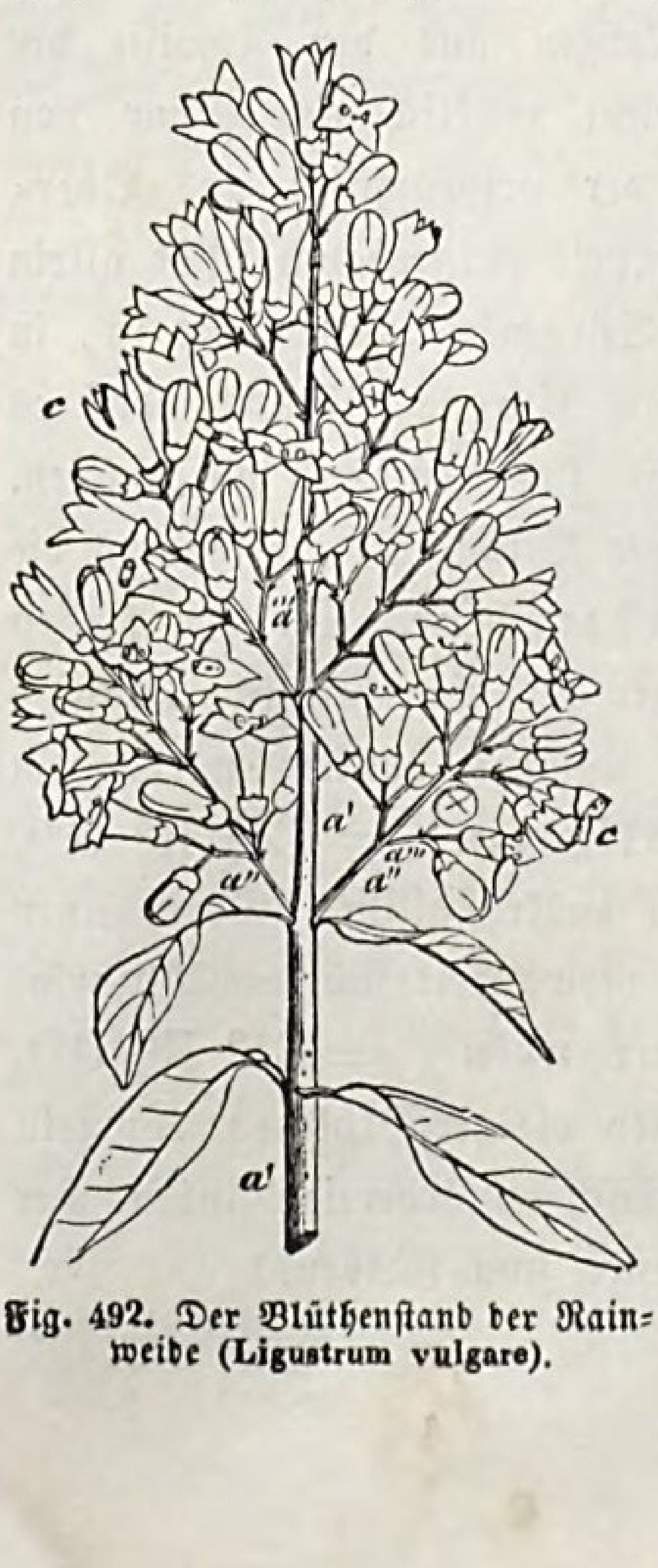


Fig. 492. Der Blüthenstand der Rainweide (Ligustrum vulgare).



Fig. 493. Ein Zweig des Oelbaumes (Olea europæa) mit Blüthen; daneben eine Olive in halber Größe.

sieht man im Winter die Früchte als zweifächerige, zwei bis viersamige schwarze Beeren auf den Blüthenzweigen. Sehr nahe verwandt ist auch der schöne immmergrüne Oelbaum (Fig. 493), dessen Früchte, die Oliven, in ihrem Fleische das bekannte fette Oliven- oder Baumöl enthalten, durch welches der Baum für die Länder Südeuropa's bis zum 45° nördl. Br. ein reicher Schatz ist. Die nahe Verwandtschaft der genannten Bäume könnte sich, wenn nicht durch die Blüthen, schon dadurch verrathen, daß der Blasenkäfer, die sogenannte spanische Fliege oder Cantharide (Seite 365) an allen denselben ganz ohne Unterschied seinen Aufenthalt hat. — Auch die Esche (Fig. 494), jener ausgezeichnet schlanke Baum mit äußerst zähem Holze und zusammengesetzten gefiederten Blättern, gehört zu der nämlichen Familie, obwohl bei derselben von Kelch- und Kronenblättern keine deutliche Spur bemerkbar ist, so daß die Blüthchen ganz nackt nur Antheren und Fruchtknoten, von denen oft noch dazu das eine oder andere Geschlecht fehlschlägt, auf den Stielchen zeigen. Hier bildet der Fruchtknoten später eine lange schmale Flügelfrucht (Fig. 495), welche zweifächerig, aber meistens nur einsamig ist. Das Geschlecht der Eschen umfaßt sehr viele (gegen 40) verschiedene Arten; die gemeine Esche hat mitunter sehr verlängerte Internodien der Zweige, welche dabei obendrein am Stamme abwärts gerichtet stehen und somit stark niederhangen, so daß diese Varietät als „Traueresche" angepflanzt wird. Nicht selten bilden sich an den Zweigen ausgezeichnete Bandirungen.



Fig. 494. Ein Zweig der gemeinen Esche (Fraxinus excelsior) mit drei Blättern und einem Fruchtbüschel; daneben ein Blüthenbüschel.

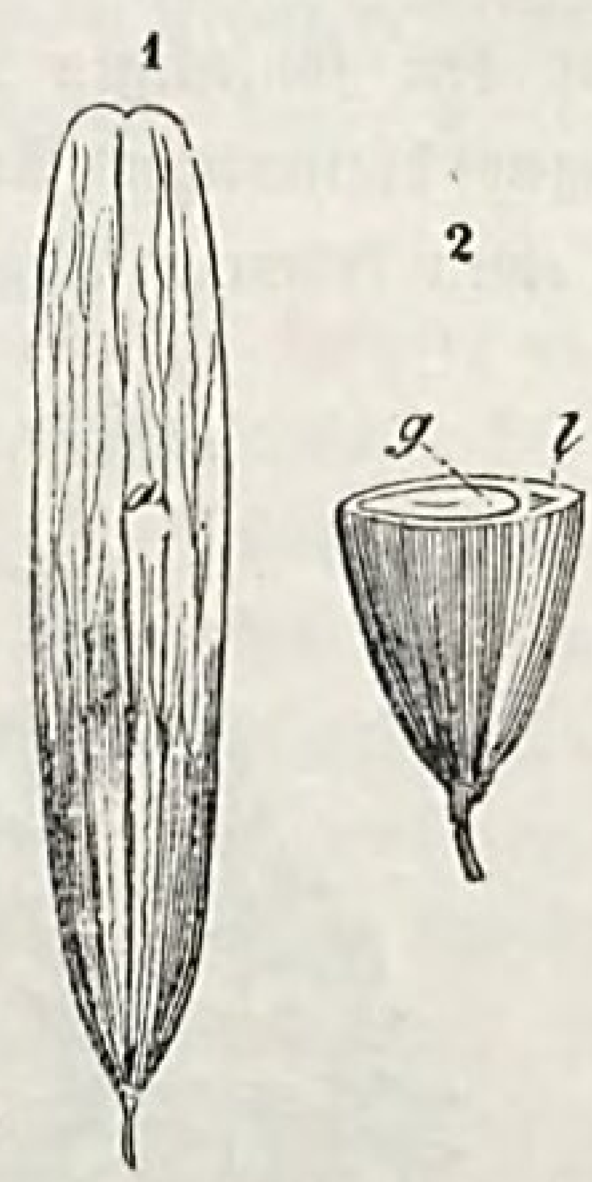


Fig. 495. Flügelfrucht der spitzblätterigen Esche (Fraxinus oxyphylla.) *

* 1 Die ganze Frucht; 2 der untere Theil quer durchschnitten, um zu zeigen, daß derselbe zwei Fächer enthält, von denen das eine, *l*, durch den Samen, welcher sich in dem anderen, *g*, entwickelt, ganz verdrückt wird und fehlschlägt.

Die Familie der Longanieen (Longanieæ) gehört ganz der heißen Zone an und enthält keine wichtigen Gattungen. Wichtiger ist die Familie der Apocyneen (Apocyneæ), zu welcher das Sinngrün oder Immergrün (Vinca minor), der fliegenfangende Hundskohl (Apocynum androsæmifolium), der als Ziergewächs jetzt so allgemein beliebte Oleander (Nerium oleander) und der Brechnuß- oder Krähenaugenbaum (Strychnos nux vomica) zu rechnen sind. Die Pflanzen dieser Familie könnten füglich mit der Familie der Asklepiadeen (Asclepiadeæ) vereinigt werden, wenn sie sich von derselben nicht durch die Beschaffen-

heit des Pollen unterschieden, welcher bei den Apocyneen aus pulverig getrennten Zellen besteht, bei den Asklepiadeen dagegen ganz den klebrigen Zusammenhang hat, welche wir bei den Pollen einiger Orchideen (Seite 865) kennen lernten. Ein Beispiel für die Bildung der Fortpflanzungsorgane in der Blüthe der Apocyneen bietet das Sinngrün, sowie der Oleander. In letzterem sind die Staubfäden über die Antheren hinaus in einen behaarten Pinsel verlängert (Fig. 496). Bei allen sind die Fruchtknoten ziemlich getrennt, die dicken Narben der Griffel aber in einen scheiben- oder stumpf pyramidenförmigen Körper verwachsen. Beispiele für die, übrigens mit Ausnahme der Staubfäden, sehr ähnlichen Asklepiadeen sind einige in Deutschland wildwachsende Pflanzen aus dem Geschlechte der Hundswürger (Cynanchum), und die aus Nordamerika stammende, in Südeuropa und Syrien anstatt des Hanfes häufig angebaute Seidenpflanze (Fig. 497). Auch gehört hieher die durch ihren Wuchs an die Cactuspflanzen erinnernde Stapelia (Stapelia variegata) mit ihren fleischigen, eckigen und mit zackigen Vorsprüngen besetzten Stengeln und den dickfleischigen, schwarz und gelb melirten Kronenblättern ihrer Blumen, von deren aashaftem Dufte die Fleischfliegen angelockt werden (Seite 407). Die Darstellung der Blüthen- und Fruchtbildung einer Seidenpflanzenart möge zur Erläuterung der charakteristischen Merkmale dieser Familie dienen. Die Fünfzahl ist fast in allen Quirlen herrschend (Fig. 498 bis 501). Die Staubfäden haben eine unbeschreiblich wunderliche Form, indem sie hinter den Antheren, welche letztere unmittelbar an den fünfeckigen Narbenkörper angewachsen sind, sich in Form eines dicken fleischigen blattartigen Ansatzes erheben, welcher auf seiner einwärts gerichteten Fläche einen krummen Kegelzapfen, eine Art Horn, trägt. Dieses Horn neigt

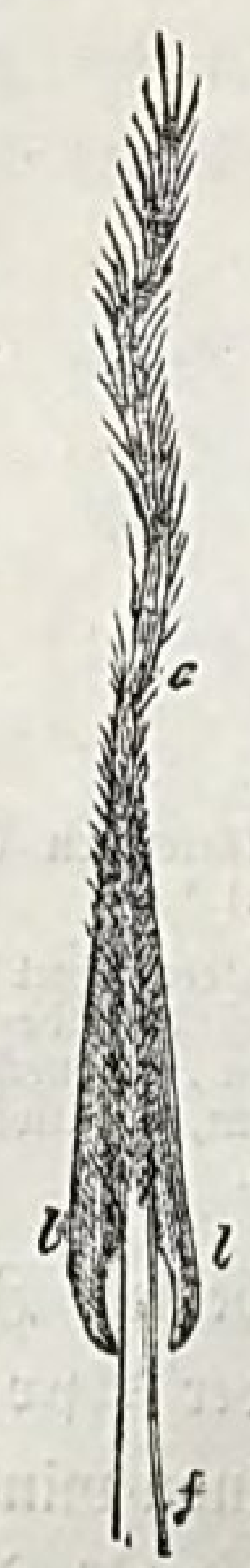


Fig. 496. Vergrößerte Darstellung eines Staubfadens des Oleander (Nerium oleander). *

* f Filament; ll Antherenfächer; c das pinselartige verlängerte Connektiv.



Fig. 497. Die Seidenpflanze (Asclepias syriaca).



Fig. 498. Eine Blüthe der weißen Seidenpflanze (Asclepias nivea), etwas vergrößert. *

* p Die fünf Kronenblätter, abwärts zurückgelegt und die Kelchblätter ganz verdeckend; a die fünf blattartigen Ansätze der Staubfäden, welche die Antheren und den Narbenkörper ganz verdecken.



Fig. 500. Diagramm derselben Blüthe. Fünf Kelchblätter, fünf Kronenblätter, fünf Staubfäden, ein zweifächeriger Fruchtknoten, welcher einen fünfeckigen Narbenkörper trägt.

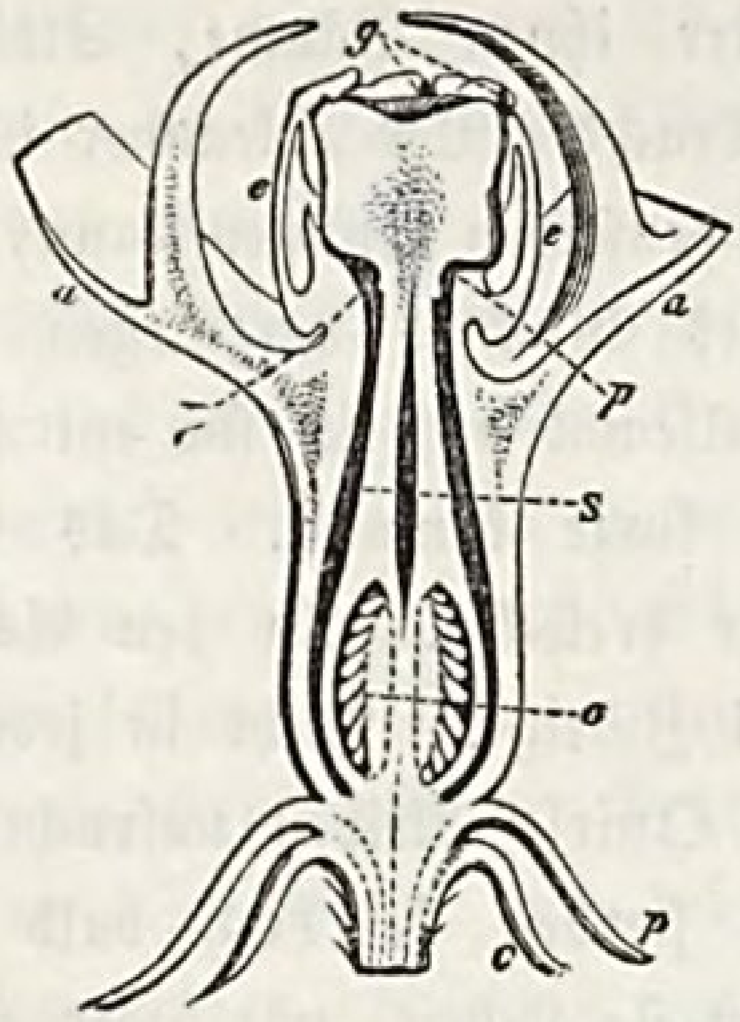
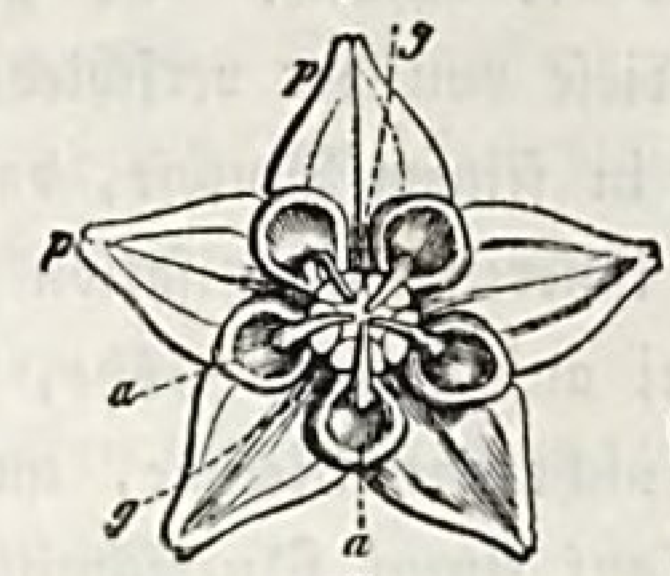


Fig. 501. Dieselbe Blüthe, stärker vergrößert, senkrecht durchschnitten. *

* *c* Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *a* Ansätze der Staubfäden mit ihren Hörnern; *e* die an die Narbe gedrängten Antheren; *g* Saftmale; *p* der Narbenkörper; *s* Griffel, welche getrennt sind; *o* Samenknospen.

Fig. 499.





1 2

Fig. 502.

Fig. 499. Dieselbe Büthe, von oben gesehen. *

* *p* Kronenblätter; *a* die Ansätze der Staubfäden mit ihren zum Mittelpunkte gerichteten Hörnern; *g* die an den Narbenkörper angehefteten Antheren.

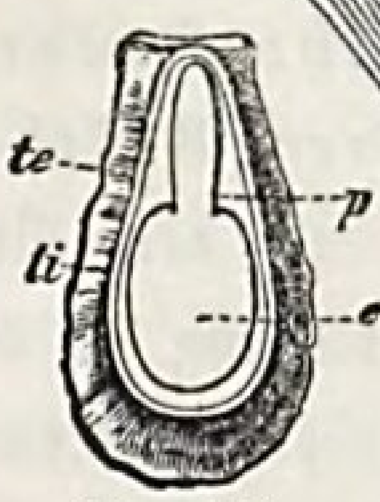
Fig. 502. Der Pollen der weißen Seidenpflanze. *

* 1 Vergrößerte Darstellung zweier Pollenmassen *m* aus den zwei Fächern einer Anthere, durch schwanzartige Schleimmassen an einen gemeinsamen Körper *g* geheftet, den die Vereinigung von zweien honigaussondernden Drüsen am Grunde der Anthere bildet; *p* Pollenzellen, welche schon Pollenschläuche zu bilden begonnen haben. — 2 eine Pollenzelle mit ihrem Pollenschlauche, stärker vergrößert.



Fig. 503.
Die Frucht der weißen Seidenpflanze, schon aufgesprungen. *

* *ff* Die beiden Kapseln der Frucht; *g* Haarkronen der Samenkörner, welche in der einen Kapsel liegen; *p* der Samenträger, längs welchem die beiden Kapseln auseinander gesprungen sind.



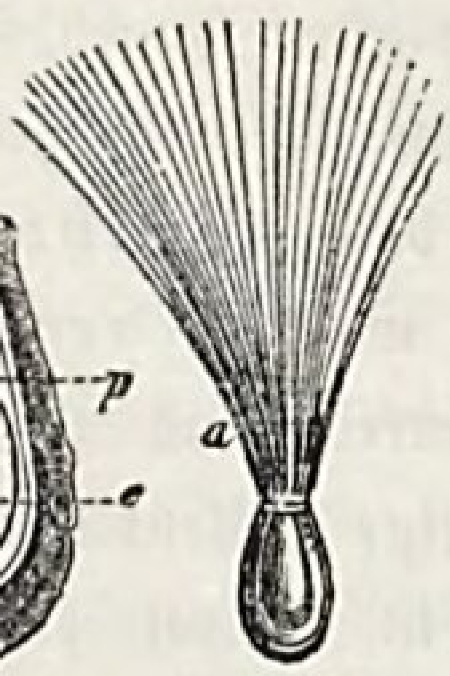


Fig. 505. Fig. 504.

Fig. 504. Ein Samenkorn mit seiner Haarkrone *a*.

Fig. 505. Das Samenkorn allein, stärker vergrößert, senkrecht durchschnitten, ohne die Haarkrone. *

* *te* Dicke äußere Samendecke; *ti* zarte innere Samendecke; *p* Endosperm; *e* Embryo, das Axenorgan nach oben kehrend.

sich über die Anthere und die Narbe zum Mittelpunkte. Die blattartigen Theile der Ansätze sehen in der Blüthe auf den ersten Blick aus wie ein Kranz von Kronenblättern; man nennt sie daher auch wohl eine „Nebenkrone". Bei den Apocyneen ist diese am ausgezeichnetsten. So erscheint dieselbe beim Oleander wirklich als eine Verdoppelung des Kronenblätterquirles, indem die Nebenkronenblätter vollkommen den Kronenblättern ähneln, wobei sie an ihrem Rande in Spitzchen auslaufen. Jede Anthere ist zweifächerig und sehr ähnlich derjenigen der Orchideen. Die beiden kolbenförmigen Pollenmassen der zwei Fächer hangen an ihrem Grunde zusammen (Fig. 502) und heften sich, aus den Fächern hervortretend, an eine Honig aussondernde Fläche, ein sogenanntes Saftmal des Narbenkörpers. Solcher Saftmale finden sich fünf, jedes gerade vor einer Anthere stehend. Der Fruchtknoten ist zweifächerig und trägt in jedem Fache zahlreiche Samenknospen; die des einen Faches schlagen meistens fehl, während sie im andern Fache sich zu dickhäutigen Samen ausbilden, deren Samendecke in ein Krönchen langer seidenartiger Haare verlängert ist (Fig. 503 bis 505).

Die Apocyneen und Asklepiadeen bilden, die Verschiedenheit der Antheren und des Pollen abgerechnet, durchaus eine gemeinsame Familie; beide verhalten sich im

höchsten Grade ähnlich. Es gibt unter ihnen Bäume, Sträucher und Kräuter, und alle diese von der verschiedensten Tracht. Der Oleander ist so regelmäßig und so einfach in seinem Wuchse, daß man denselben benutzen kann, um den Zusammenhang der inneren Organisation und des Wuchses darzulegen. Die Blätter stehen immer drei auf gleicher Höhe, indem allemal auf ein sich entwickelndes Internodium zwei sich nicht entwickelnde, unendlich kurze kommen. Das Mark dieser Pflanze zeigt sich auf einem Querschnitte immer dreieckig. In den Achseln der drei Blätter eines Blattquirles entspringen drei Zweige. Nicht in jedem Quirl entwickeln sie sich, sondern die Achseln mehrerer Quirle bleiben unfruchtbar, oder wenn die Zweige sich anfangs hervorschoben, so sterben sie doch bald wieder ab. Nur in gewissen Abständen von einander bleiben sie stehen, und über einem solchen Punkte verliert sogleich die Fortsetzung der Hauptaxe die Vegetationskraft, erzeugt nur noch geringe Deckblättchen und Blüthen, welche uns hier gleichsam aus einem Mangel an Vegetationskraft hervorzugehen scheinen, und sterben nach der Blüthe mit der Samenreife ab. Die Fortpflanzung, die Bildung der, den Laubknospen gegenüber außerordentlich kleinen und verkümmerten, Samenknospen scheint der nicht weiter entwicklungsfähigen Axe allein noch möglich zu sein, um zum Fortbestehen der Art beizutragen. Die in der üppigsten Jugendfülle vegetirenden und in der Erzeugung von Zweigindividuen gleichsam lebendig gebärenden Axen bringen keinen Blüthenstand hervor. Die Erzeugung des Blüthenstandes ist die Ankündigung des Lebensendes der Axe, welche den Blüthenstand trägt. Die Blüthenstandsaxe stirbt mit der Samenreife bis zu dem Punkte ab, an welchem die drei Zweigaxen entsprungen sind; eine Zellenbildung im organischen Zusammenhange mit jenen Zweigaxen, dagegen in keinem organischen Zusammenhange mit der Blüthenstandsaxe, welche ja der Säfte bereitenden Blätter entbehrt, führt zur völligen Ablösung der Blüthenstandsaxe, deren Stelle sodann eine Narbe bezeichnet. Jeder der drei Zweige verzweigt sich, nachdem die Achseln einiger Blätterquirle unfruchtbar geblieben sind, abermals, und jeder endigt ebenso, wie zuvor die Hauptaxe, mit einem Blüthenstande und stirbt dann bis zum Ursprungspunkte der Axen dritten Grades ab. Die neun (3×3) Axen dritten Grades haben denselben Entwicklungsgang und dasselbe Ende, und die dreimal neun Axen vierten Grades ebenso.

Die Oberhaut (Epidermis) der Blätter des Oleanders besteht aus mehreren regelmäßigen Zellenschichten über einander; die Blätter haben daher eine sehr lederartige Beschaffenheit — eine Eigenthümlichkeit aller immergrünen Blätter, welche jedoch meistens nur durch eine starke Verdickung der äußeren Wandung der Zellen einer einfachen Epidermisschicht hervorgebracht wird. So ist es beim Sinngrün, dessen Blätter obendrein mit einer Firnißschicht bedeckt sind, ganz wie die Wedellappen der Cykadeen und die Nadeln der Coniferen. Es scheint, daß diese dicke Schicht einer jedenfalls zur Mittheilung der Temperatur nicht sehr geeigneten Substanz sehr wesentlich mit der Ausdauer der „immergünen“ Blätter zusammenhange, indem sie dieselben im Sommer gegen die Hitze, im Winter gegen die Kälte einigermaßen schützen kann. Die Blätter des Oleanders lassen deutlich durch einen Unterschied der Färbung die mit Chlorophyll stark erfüllten Zellen des Parenchyms von den dieses Farbstoffes ganz entbehrenden Gefäßbündeln unterscheiden. Es hangt

dieser Mangel der Färbung der letzteren Theile des Gewebes damit zusammen, daß die Oberhaut da, wo sie die Gefäßbündel überzieht, gar keine Spaltöffnungen besitzt. Beim Oleander ist das Parenchym sehr dunkel, während die Gefäßbündel das Licht durchschimmern lassen; daher ist jene Verschiedenheit hier auffallender, obgleich sie bei allen Pflanzen und aus dem nämlichen Grunde vorhanden ist.

Eine Merkwürdigkeit, welche nicht unerwähnt bleiben darf, ist die noch völlig unerklärbare Reizbarkeit der zahnartigen Spitzchen am Rande der Nebenkronenblätter der Staubfäden des sogenannten fliegenfangenden Hundskohls. Sobald ein Insekt, vom Honigsafte der Blüthe angelockt, sich in dieselbe setzt, um aus den Saftmalen der Staubfäden und der Narbe zu naschen, so neigen sich jene Spitzchen der Nebenkrone über demselben zusammen, und lassen nicht eher wieder los, als bis das Insekt in Folge seines Todes völlig aufgehört hat, sich zu bewegen. Wir werden ähnliche Erscheinungen noch bei einigen andern Pflanzen kennen lernen.

Viele Apocyneen und Asklepiadeen sind ausgezeichnete Lianen. Die Wachsblume (Hoya carnosa), welche man häufig in Zimmern zieht, deren eirunde Blätter dickleberig erscheinen, und deren doldenähnlicher Blüthenstand von giftigem Honig träufelt, geben wenigstens eine schwache Vorstellung von dem Charakter dieser Gewächse in der heißen Zone. Es haben diese Pflanzen einen sehr entwickelten Bast, und die sogenannte syrische Seidenpflanze (Fig. 497) wird wegen der feinen und äußerst haltbaren Fasern, welche sie liefert, dem Hanfe vorgezogen und vielfach cultivirt, wobei die Seidenhaare ihrer Samenkronen noch nebenbei der Baumwolle ähnlich benutzt werden können. Die Bastfasern dieser Familien haben eine wichtige Verwandtschaft zu den Milchsaftgefäßen — indem sie ganz allmählig in solche überzugehen scheinen — man könnte sagen, die Milchsaftgefäße seien selber Bastfasern, oder die Bastfasern enthalten den Milchsaft. Es ist dieser Umstand von Interesse, da wir über die Bedeutung und Entstehung beider Arten von Elementarorganen noch so wenig wissen.

Die meisten Pflanzen beider Familien sind sehr giftig, die Apocyneen jedoch in höherem Grade als die Asklepiadeen. Das Gift ist vorzugsweise in ihrem Milchsafte enthalten, welcher bei sehr vielen weiß gefärbt, bei einigen aber auch farblos ist, wie beim Oleander. Es sind eigenthümliche Alkaloide, welche die giftige Wirkung hervorbringen, und welche zwar nicht selten die traurigsten Unglücksfälle herbeiführen und in der Hand des mordsüchtigen Wilden zur furchtbarsten Waffe werden, durch die Wissenschaft des Arztes dagegen eben so oft den Tod verscheuchen und die Qual der heftigsten Schmerzen lindern. Alle diese Alkaloide der Apocyneen und Asklepiadeen sind Narkotika. Das Strychnin, welches aus den Brechnüssen oder Krähenaugen, dem mit dickem, hornigen Endosperm versehenen Samen des Brechnußbaumes, sowie aus der Rinde und anderen Theilen dieses Baumes und mehrerer anderer Gewächse des Strychnosgeschlechtes gewonnen wird, ruft den furchtbarsten Starrkrampf hervor, welcher mit Betäubung und mit dem Tode durch die Unmöglichkeit der Athmungsbewegungen endigt. Und doch ist eben diese Substanz in neuerer Zeit eins der glücklichsten Heilmittel geworden!

Die Familie der Enziane (Gentianeæ) ist den beiden vorigen Familien sehr nahe verwandt. Es gehört zu derselben das Tausendgüldenkraut (Fig. 506),

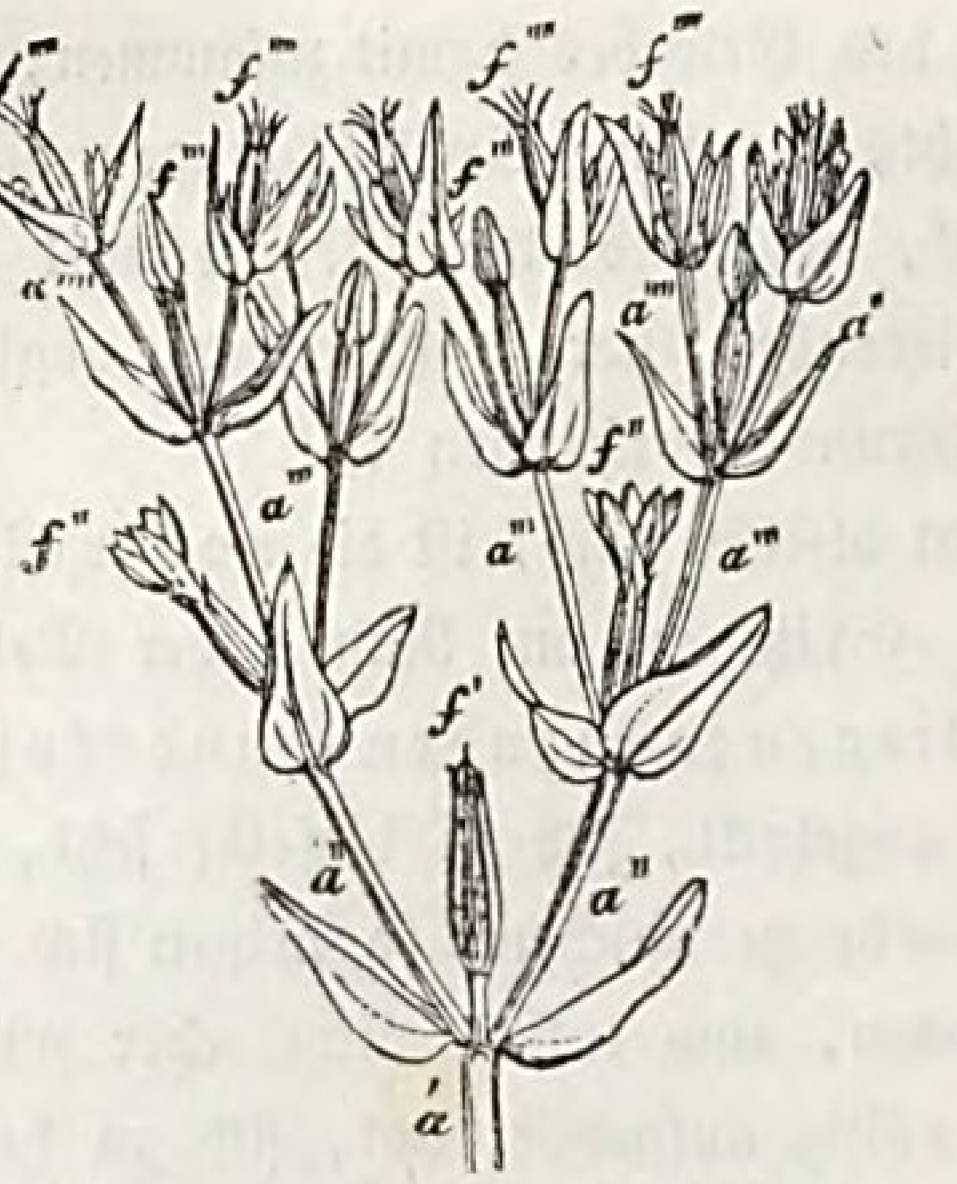


Fig. 506. Der dichotome Blüthenstand des Tausendgüldenkrautes (Erythræa centaurium). *

* a' Hauptaxe, welche mit der Blüthe f' endigt; a'' Axen zweiten Grades, in der Achsel von zweien Blättchen neben der Blüthe f' entspringend und mit den Blüthen f'' endigend; a''' Axen dritten Grades, welche mit den Blüthen f''' endigen; a'''' Axen vierten Grades, welche mit den Blüthen f'''' endigen, neben welchen man noch jederseits eine Achselknospe bemerkt. Die Inflorescenz ist regelmäßig, indem die Blüthen um so entwickelter sind, je mehr sie einer Axe früheren Grades angehören; f' ist schon eine Frucht; f'' f''' sind entfaltete Blüthen, die übrigen noch in der Knospenlage.

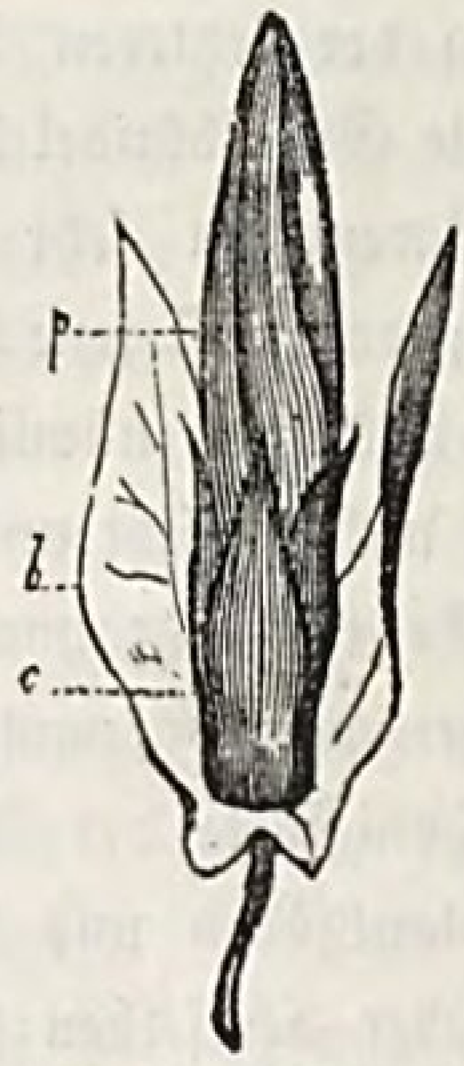


Fig. 507. Eine Blüthenknospe der weißen Heckenwinde (Convolvulus sepium). *

* b Zwei Deckblätter, welche unter der Blüthe stehen und am Grunde um den Stengel zusammengewachsen sind; c der Kelch, welcher in fünf Blattspitzen auslauft; p zusammengefaltete und gedrehte Krone.

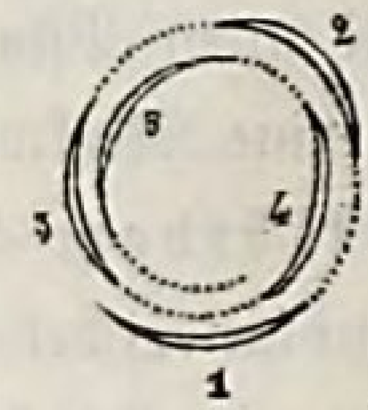


Fig. 508. Diagramm des Kelches derselben Blüthe, um die Stellung der fünf Blätter zu zeigen.

welches durch seinen arzneikräftigen Bitterstoff ein beliebtes Arzneimittel, botanisch durch seinen Blüthenstand interessant ist, welcher immer die regelmäßigste Gabeltheilung (Dichotomie) durch zwei achselständige Axen darstellt, bei plötzlicher Endigung der Mutteraxe mit einer endständigen Blüthe.

Die Familie der Winden (Convolvulaceæ) besteht fast ausschließlich aus Lianen, deren einige von ausgezeichneter Schönheit bei uns in Gärten sehr häufig cultivirt werden, andere auf den Aeckern und in den Hecken wild wachsen. Der Stengel dieser Pflanzen zeigt, wenn er holzig ist, eine eigenthümliche Anordnung der Elementarorgane, welche sich übrigens bei allen holzigen Schlinggewächsen in der Regel findet. Es bildet hier nämlich das Holz einen Mittelstrang des Stengelkörpers, und rings um diesen sind innerhalb des Rindenparenchyms andere Holzbündel entwickelt, welche sich, nach dem Alter der Pflanze, mehr oder weniger zahlreich, in concentrischen Gruppen an das centrale Holz anlegen. Es sind diese Holzringe deutlich durch Rindenparenchym getrennt und die einzelnen Bündel derselben auch durch solches geschieden; dabei ziehen sich zwischen den Holzbündeln durch die Rindensubstanz Milchsaftgefäße, welche bei vielen Gewächsen dieser Familie eine ausgezeichnet weiße Flüssigkeit enthalten und welche durch die austretenden Tropfen auf einem Schnitte wie ein Netzwerk um die Holzbündel vertheilt erscheinen. Die gedrehte Lage der ganz zu einem Trichter vereinigten und in der Knospenlage gefalteten Kronenblätter, welche in der Knospe dieser Familie besonders ausgezeichnet ist (Fig. 507), steht in innigster Beziehung zu der stärkeren Ausbildung der einen Seite der Stengelaxe, durch welche die Windung dieser letzteren hervorgebracht wird, denn sie stimmt oft mit der Richtung der Stengelwindungen überein und ist, wie diese, bald links herum, so daß jedes Blatt über das ihm zur rechten stehende faltig übergeschlagen liegt (Fig. 508), bald rechts herum, jedes Blatt über das nächste zur Linken stehende übergefaltet.

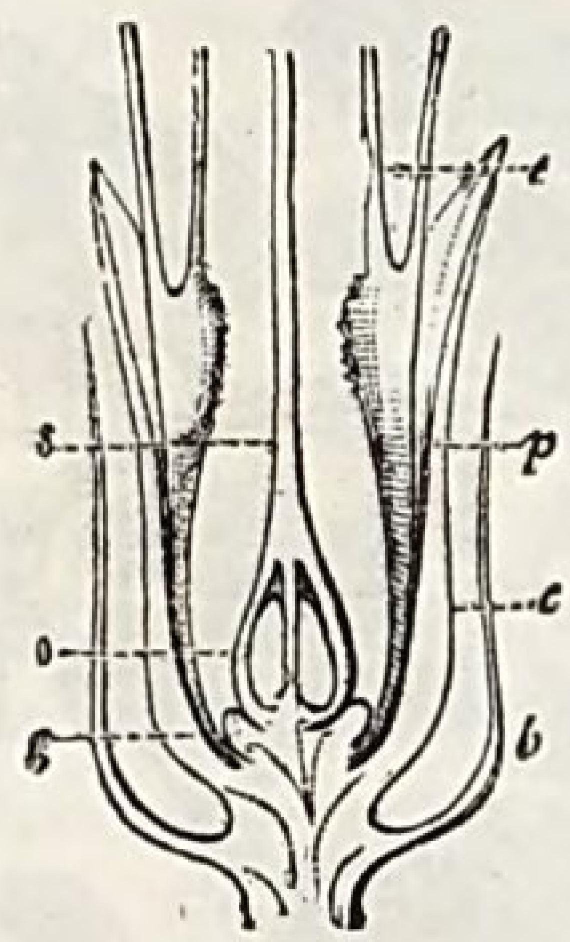


Fig. 509.
Der untere Theil der Heckenwindenblume, vergrößert, senkrecht durchschnitten. *

* *b* Deckblätter; *c* Kelchblätter; *p* Kronentrichter; *e* Staubfäden; *s* Griffel; *o* Fruchtknoten, in jedem Fache eine Samenknospe.

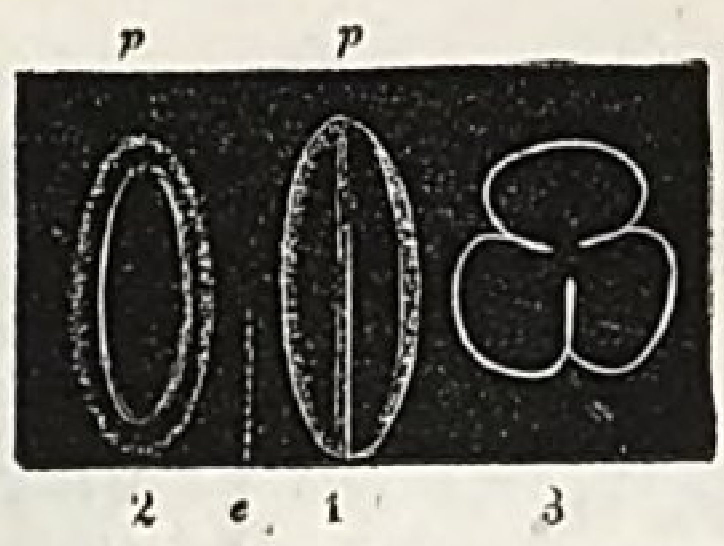


Fig. 510. Der Pollen der dreifarbigen Winde (Convolvulus tricolor) von zwei verschiedenen Seiten und im Durchschnitte, vergrößert.



Fig 511. Eine Pollenzelle einer Ipomöa (Ipomoea) vergrößert, um den auffallenden Unterschied dieser Elementarorgane bei einer, den Convolvulusarten so nahe verwandten, früher ganz zu demselben Geschlechte gezählten Pflanzengattung zu zeigen.



Fig. 513. Der obere Theil des Griffels der Heckenwinde mit den zwei Narbenkörpern, vergrößert.

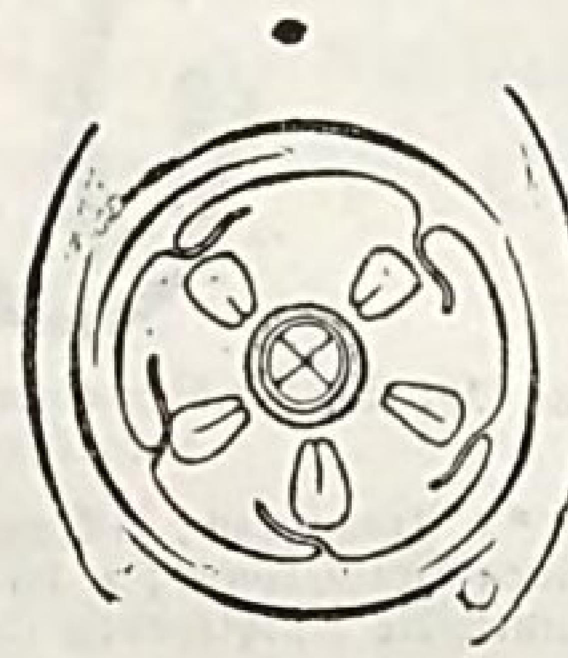


Fig. 512. Diagramm einer Blüthe der weißen Heckenwinde (Convolvulus sepium). Zwei Deckblätter, fünf Kelchblätter, fünf vereinigte und übereinander gefaltete Kronenblätter; fünf Staubfäden, ein vierfächeriger Fruchtknoten.

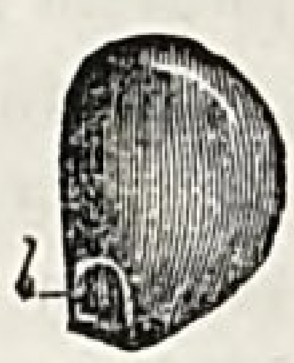


Fig. 515. Ein Samenkorn der Heckenwinde, vierfach vergrößert.*

* *h* Nabelpunkt.



Fig. 514. Die Frucht der Heckenwinde *f*, von dem bleibenden Kelche *c* und den Deckblättern *b* umgeben.

Uebrigens geht mitunter bei einer und derselben Pflanze die eine Richtung in die andere über. Die Staubfäden sind an ihrem unteren Theile mit den Kronenblättern verwachsen, so daß sie auf diesen zu stehen scheinen (Fig. 509 bis 511). Während die sämmtlichen Blüthenorgane (Fig. 512) in fünfzähligen Quirlen stehen, was an dem Kronentrichter die Faltung und oft die fünfstrahlige Farbenzeichnung bekundet, macht allein der Fruchtknoten wieder eine Ausnahme, indem derselbe nur aus vier Karpellen gebildet zu sein pflegt, welche in ihm völlig vereinigt sind, jedoch theils an der Zahl der Fächer, theils an dem späteren Aufspringen erkannt werden können. Der Griffel (Fig. 513) ist einfach, selten doppelt, aber zweinarbig. Mitunter sind gar nur drei oder zwei Fruchtknotenfächer vorhanden; mitunter dagegen erscheinen auch vollzählige fünf. Der Kelch bleibt unter der Frucht stehen; der Kronentrichter dagegen löst sich an seinem Grunde los und fällt ab. Die Fruchtkapsel (Fig. 514), welche selten beerenartig fleischig ist, springt bei manchen nach der Samenreife deutlich klappig auf, bei anderen reißt sich durch einen wagerechten Riß der obere Theil unregelmäßig als eine Art Deckel los. Die großen eckigen Samenkörner (Fig. 515), welche in den Achseln der Karpelle entspringen, enthalten nur geringes Endosperm; die Cotyledonen füllen sie größtentheils aus und schon sie zeigen, bei sehr deutlicher Blattähnlichkeit, die auffallendste Zusammenfaltung, ja gleichsam Zerknitterung (Fig. 516 und 517).

Ein sehr merkwürdiges Wachsthum haben die Flachsseiden, Miniaturlianen, welche die Flachsstengel unserer Aecker und andere kleine Pflanzen ähnlich zusam-

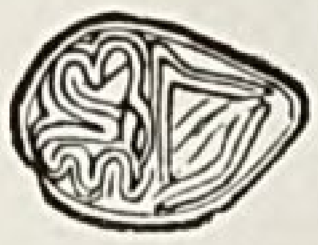




Fig. 516. Fig. 517. Fig. 518.

Fig. 516. Der Embryo, stärker vergrößert.

Fig. 517. Durchschnitt durch die zusammengefalteten Cotyledonen des Embryo.

Fig. 518. Der Embryo der gemeinen Flachsseide (Cuscuta europæa), vergrößert. Die Cotyledonen fehlen gänzlich.

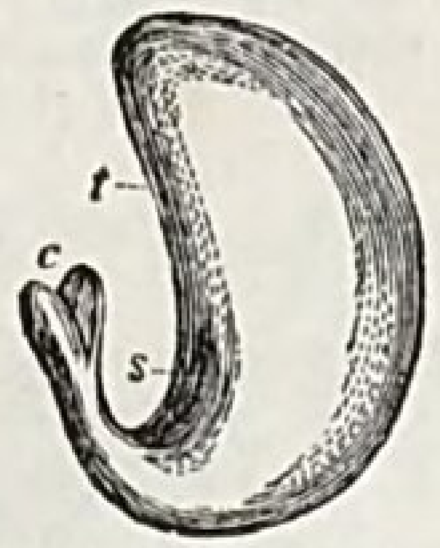


Fig. 519. Der Embryo einer Pekea (Pekea butyrosa), vergrößert. *

* *t* Axenorgan, dick angeschwollen; *c* die sehr kleinen Cotyledonen; *s* die Furche, in welche im Samen die Cotyledonen eingeschmiegt liegen.



Fig. 520. Die Batatenpflanze (Ipomoea, s. Convolvulus batatas).

menschnüren, wie die Riesenlianen der Tropengegenden die Bäume der dortigen Urwälder. Schon der Embryo dieser Pflänzchen ist, ganz ohne Spur von Cotyledonen, eine lange spiralig gewundene Axe (Fig. 518 und 519). Bei der Keimung wächst das erste Würzelchen in die Erde, allein sobald der Stengel, welcher einen völlig blätterlosen Faden darstellt, den Stengel einer anderen Pflanze erreicht, so treibt er Adventivwurzelchen, welche sich durch Endosmose von den Säften der Zellen jenes Stengels ernähren und sich somit zwischen diese hinein verlängern, gleichsam hineinsaugen. Die Erdwurzel stirbt dann gänzlich ab, und nun wächst das Schmarotzergewächs mit langen seidenartig feinen Stengel- und Zweigfäden an der ergriffenen Pflanze empor und verneftelt sich zwischen den Zweigen derselben zu den verwirrtesten Knäueln. Blätter erscheinen nie; wohl aber Knäuelchen von kleinen Blüthen mit krugförmiger Blumenkrone.

Mehrere Convolvulaceen liefern in ihrem Milchsafte wichtige Arzneien, wie die Purgirwinde (Convolvulus Scammonia) Syriens, deren eingetrockneter Saft, das gummiharzige Scammonium, seit den ältesten Zeiten im Gebrauche ist. Eine Winde bildet knollenförmige unterirdische Sprosse, welche wie Kartoffeln genossen werden können, da sich in denselben kein schädlicher Milchsaft entwickelt. Es sind dieses die sogenannten Bataten (Fig. 520), welche in Ost- und Westindien, sowie in Spanien cultivirt, und dadurch, daß man die Erde um die Stengel der Pflanze anhäufelt und letztere dadurch veranlaßt, immer mehr Knollensprossen an den bedeckten Theilen zu treiben, in reichen Ernten gewonnen werden. Einige Convolvulaceen haben im Boden rübenartige Rhizomstämme, wie die Jalapipomöa (I. purga s. jalapa), deren sogenannte „Wurzel" auf den Apotheken vorräthig gehalten wird, ebenso wie der eingedickte Milchsaft derselben, das sogenannte „Jalapharz."

Die Familie der Hydrophylleen (Hydrophylleæ), die der Hydroleaceen (Hydroleaceæ) und die der Polemoniaceen (Polemoniaceæ) enthalten keine

wichtige Gewächse. Zu der letzteren gehört das blaublüthige Sperrkraut (Polemonium caeruleum), welches eine sehr häufige Gartenzierde ist, sowie die Cobäa (Fig. 521), von welcher wir eine Abbildung des Gewebes der Antherenwandungen zur Erläuterung dieser Organe schon bei den Coniferen benutzt haben, und die Collomia, bei welcher die Verwachsung der Staubfäden mit den Kronenblättern vollkommen deutlich zu bemerken ist (Fig. 522) und deren Same zu einer interessanten Beobachtung Gelegenheit bietet. Es sind nämlich bei diesen und manchen anderen Samen, deren äußere Schale firnißartig glänzend erscheint, die Wandungen der Zellen der äußersten Schicht in Wasser löslich oder wenigstens aufquellbar zu einem flüssigen Schleime, während dagegen die, höchst regelmäßige und zarte Spiralleistchen in denselben bildende, Verdickungsschicht aus unlöslicherer Substanz besteht. Wenn man nun solche Samen in Wasser legt, so umhüllen dieselben sich mit einer Schleimschicht, in welcher man unter dem Mikroskope theils die in der Auflösung begriffenen Zellen mit ihren Spiralleisten, theils, wenn die Wandungen schon ganz verflüssigt sind, ein buntes Gewirre von Spiralfäden erblickt (Fig. 523).

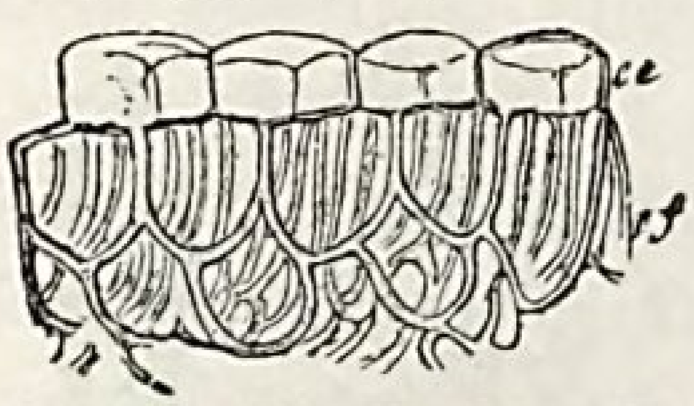


Fig. 521. Ein Stück der Antherenwandung der kletternden Cobäa (Cobæa scandens) im Horizontalschnitte, vergrößert.*

* ce Oberhautzellen; cf Spiralfaserzellen.

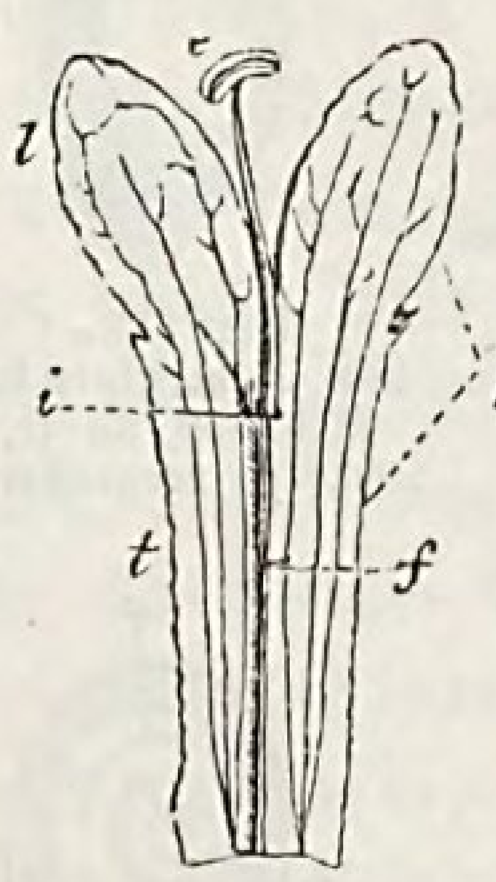


Fig. 522. Ein Stück der Blumenkronenröhre der großblüthigen Collomia (Collomia grandiflora), mit einem Staubfaden; der Staubfaden steht, wie man an den Lappen der Kronenblätter sieht, genau vor dem Zwischenraume zwischen zweien Blättern, auf deren zusammengewachsenen Rändern derselbe aufgewachsen ist. *p* Kronenblätter; *t* röhrenartig vereinigter Theil derselben; *l* die frei endigenden Spitzen der einzelnen Blätter; *e* Staubfaden; *i* Punkt, in welchem der Staubfaden auf der Blumenkrone eingefügt zu sein scheint; *f* der deutlich bemerkbare weitere Verlauf des Filamentes, eine behaarte Leiste auf der inneren Seite der Kronenröhre bildend.

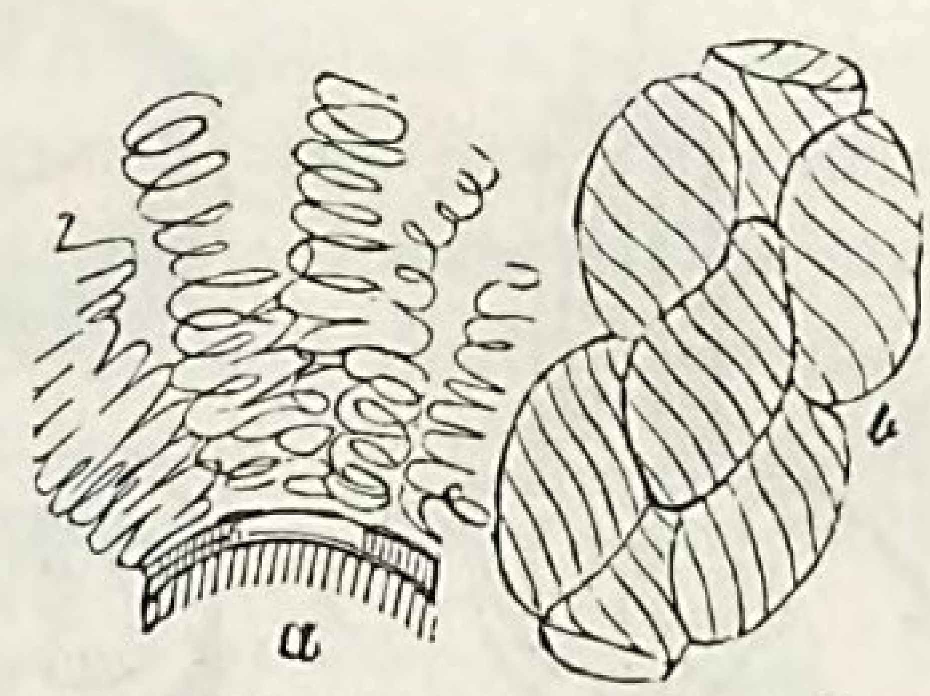


Fig. 523. Theile der aufgequollenen Firnißdecke des Samens der großblüthigen Collomia, vergrößert.

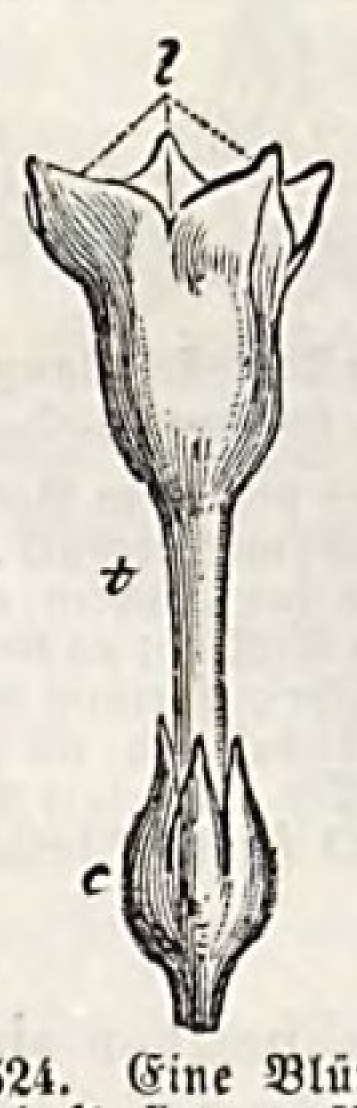


Fig. 524. Eine Blüthe von der Tabakspflanze (Nicotiana tabacum). *

* *c* Kelch; *t* Röhre der Blumenkronenblätter; *l* freie Spitzen derselben.



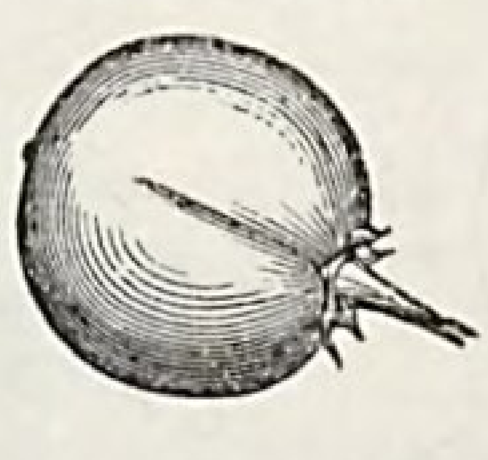
Fig. 525. Diagramm einer Blüthe der Erdäpfelpflanze (Solanum tuberosum). *

* Fünf Kelchblätter; fünf vereinigte Kronenblätter; in der Knospenlage faltig; fünf Staubfäden; zwei Karpelle; ein Mittelsäulchen, an zwei Seiten die Samen tragend.

Die Familie der Solaneen (Solaneæ) ist eine der wichtigsten für den Nutzen der Menschen, und in vieler Beziehung eine der merkwürdigsten. Es gehören zu derselben die Kartoffelpflanze, die Nachtschatten-, die Tabaks-, die Tollkirschen-, Judenkirschen-, Alraunen-, Stechapfel- und Bilsenkrautpflanzen und andere, meistens der giftigsten Eigenschaften wegen berüchtigte, Gewächse. Ihre Blüthen haben auf einer hypogynischen Scheibe einen gewöhnlich fünfblätterigen, aber am unteren Theile zusammengewachsenen Kelch, eine röhrenförmige Krone, aus fünf Kronenblättern gebildet, welche ihre freien Spitzen

trichterförmig (Fig. 524) ausbreiten, und welche in der Knospenlage (Fig. 525) längsfaltig oder klappig, nicht eigentlich gedreht, liegen. Meistens sind auch fünf Staubfäden vorhanden, welche unten mit den Kronenblättern verwachsen sind (Fig. 526), und deren Antheren sich bei der Kartoffelpflanze in höchst eigenthümlicher Weise durch ein Loch am Gipfel jedes Faches öffnen. Der Fruchtknoten besteht nur aus zweien vereinigten Karpellen, selten aus drei bis vier solchen, mit einem Griffel und einfacher, stumpfer, nur bei einigen doppelter Narbe. An dem Mittelsäulchen des Fruchtknotens stehen sehr zahlreiche Samenknospen; die Samen sind bei mehreren Gattungen später in den Fruchtbrei einer Beere (Fig. 527) eingebettet, indem das Mittelsäulchen, sowie das Gewebe der Karpelle sich bei der Reife zu einer fleischig saftreichen Zellenmasse entwickelt (Fig. 528); andere Gattungen haben Kapselfrüchte. In den Samen (Fig. 529) ist der Embryo von einer Endospermmasse umgeben und hat eine gekrümmte Lage, wobei sich jedoch die Krümmung hauptsächlich nur auf die Cotyledonen erstreckt (Fig. 530).

Fig. 527.



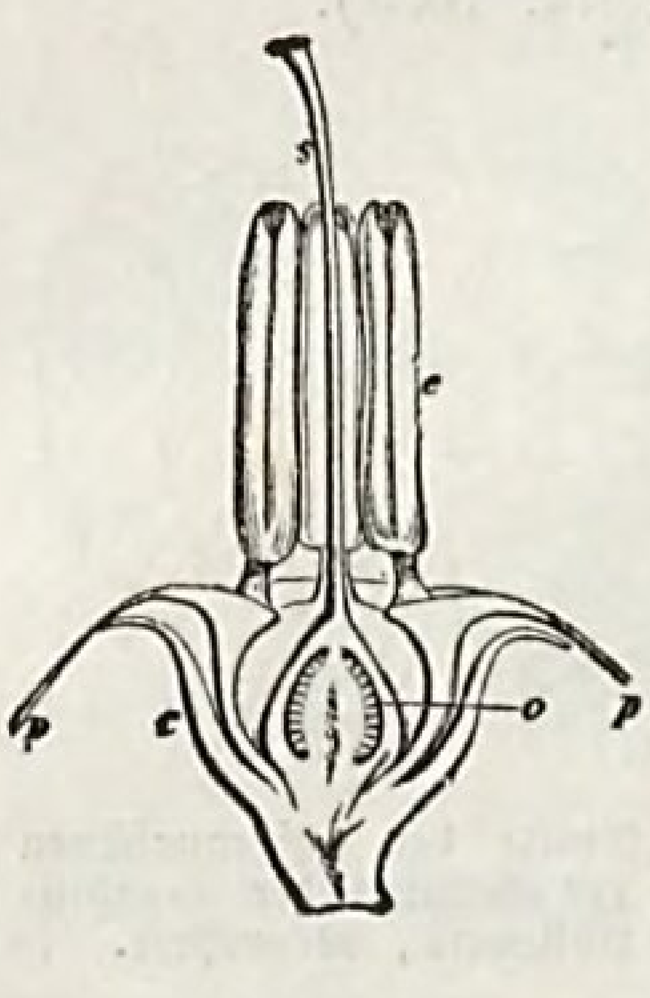


Fig. 526.

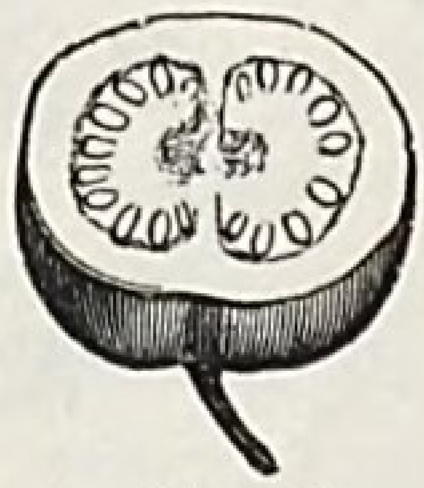


Fig. 528.



Fig. 529.
Ein Samenkorn der Erdäpfelpflanze, sechsfach vergrößert.



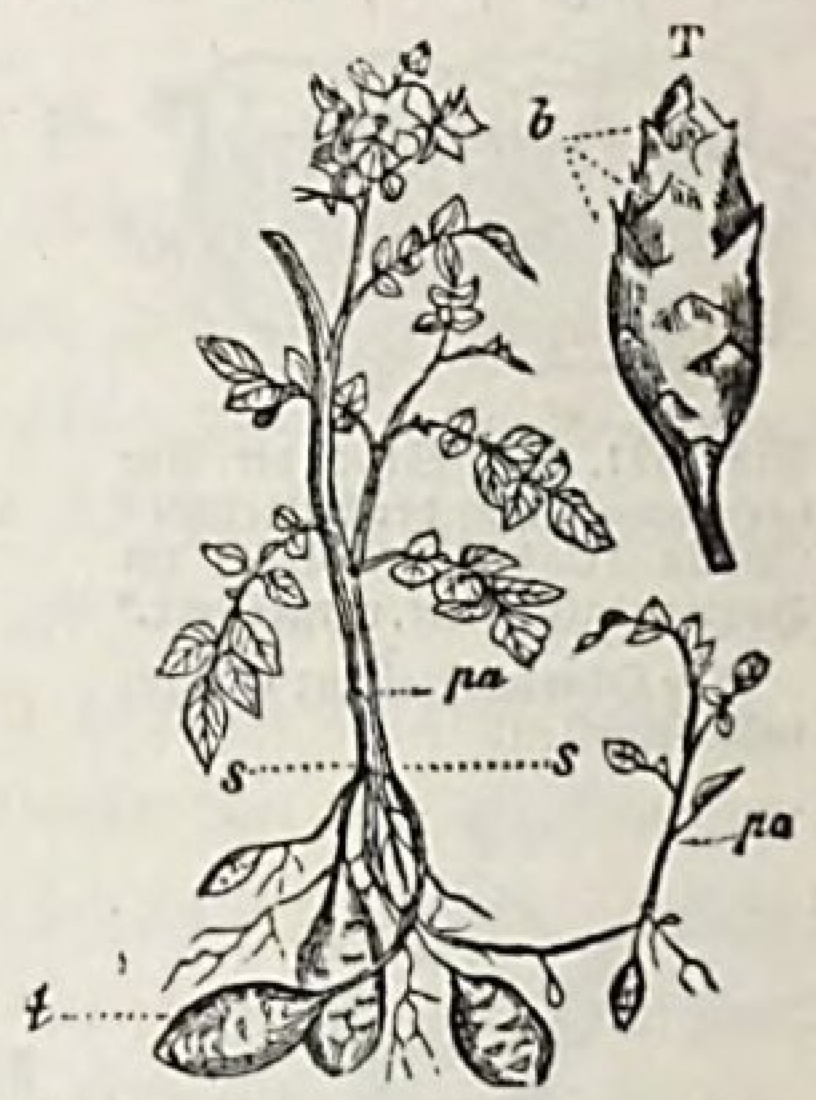


Fig. 526. Eine Blüthe der Erdäpfelpflanze, senkrecht durchschnitten; doppelte Größe. *

* *c* Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *s* Griffel; *o* Fruchtknoten, worin das Mittelsäulchen mit den Samenknöspchen.

Fig. 527. Eine Beerenfrucht der Erdäpfelpflanze, woran die Kelchblätter noch stehen geblieben sind.

Fig 528. Die Beerenfrucht der Erdäpfelpflanze, horizontal durchschnitten; man bemerkt das Fleisch der Karpelle und des Samenträgers, zwischen welchem die Samenkörner liegen.

Fig. 530. Ein Samenkorn der Erdäpfelpflanze, senkrecht durchschnitten. *

* *t* Samendecke; *p* Endosperm; *e* Embryo.

Fig. 531. Die Kartoffelpflanze (Solanum tuberosum). *

* *pa* Der über dem Boden befindliche Theil, mit Stengel, Blättern, Blüthen und Früchten; *ss* Erdoberfläche; *t* Knollen; *pa* eine neue Pflanze, welche aus einem Knollen hervorwächst; daneben ein junger Kartoffelknollen mit seiner Gipfelknospe T und seinen Blättchen *b*.

Die Kartoffel- oder Erdäpfelpflanze (Fig. 531), welche vor einigen Jahrhunderten aus Virginien und anderen Gegenden Amerika's nach Europa gebracht wurde, hat sich in neuerer Zeit durch die immer allgemeiner gewordene Cultur derselben als einer der größten Schätze des Menschen bewährt. — Die Blätter dieser Pflanze sind gefiedert zusammengesetzt, aber in einer sehr eigenthümlichen Weise, indem immer Paare größerer Blättchen mit kleineren abwechseln; man nennt das unterbrochen gefiedert. Der unterirdische Theil des Stengels und aller Axenorgane, also auch der Zweige dieser Pflanze, entwickelt sein Parenchym stellenweise außerordentlich stark, und zwar vorzugsweise das des Markes, und bildet dadurch die Knollen, welche wir Kartoffeln nennen; dagegen bleiben die Holzbündel hier sehr unbedeutend; man bemerkt dieselben, wenn man eine Kartoffel der Länge nach durchschneidet, als sehr zarte Linien, welche sich nahe unter der Oberfläche

dahinziehen und in die sogenannten Augen auslaufen. Ein solches Axenorgan trägt ursprünglich Blätter, welche in voller Regelmäßigkeit stehen, allein nur als sehr kleine schuppenförmige Phyllodien entwickelt sind und frühzeitig ganz verloren gehen. Es bleibt an ihrer Stelle nur eine schmale Wulstlinie zurück, welche den unteren Rand eines „Auges" bildet. Betrachtet man an einer jungen Erdäpfelpflanze, welche man aus dem Boden nimmt, die ganz kleinen Anfänge der Kartoffeln, welche sich an dem unterirdischen Theile zeigen, so erkennt man dieselben als Anschwellungen von Spitzen kleiner Zweige; man beobachtet an ihnen eine Gipfelknospe (Fig. 525, T) und Blattschuppen (b). Zieht man eine Pflanze aus wirklichem Samen, so besitzt dieselbe eine ächte Wurzel, die Cotyledonen nehmen eine blattartige Beschaffenheit an, wenn gleich sie nur ganz einfache Läppchen bleiben; auch die nächsten Blättchen sind noch sehr einfach, bloße Phyllodien. In den Achseln aller dieser Blattorgane erscheinen Zweigknöspchen, aus welchen sich über dem Boden gewöhnliche beblätterte Zweige entwickeln. Die unter dem Boden entspringenden Zweige dagegen, besonders die in den Achseln der Cotyledonen stehenden, werden zu langen dünnen Fäden, deren Endknospe allemal zu einer Knolle anschwillt. Eine solche Knolle hat die größte Aehnlichkeit mit einer Winterknospe, z. B. mit derjenigen von dem spanischen Flieder (Syringa vulgaris), welche Jedermann kennt. In dem Zellgewebe einer solchen unterirdischen Knospe, welche durch sehr starke Zellenvermehrung mehr und mehr mißgestaltet wird, und an welcher dann die Augen durch Buckeln und Vertiefungen in eine unregelmäßigere Lage gedrängt sind, sammeln sich sehr beträchtliche Mengen von Stärkemehl an (Fig. 532), dagegen bildet sich wegen des Mangels athmender Blätter und völligen Ausschlusses der Einwirkung des Sonnenlichtes gar kein Chlorophyll, auch bilden sich nicht die eigenthümlichen Säfte, auf welchen die Giftigkeit aller oberirdischen Theile der Kartoffelpflanze beruht. So werden diese unterirdischen Zweige einer übrigens durch und durch giftigen Pflanze ein Nahrungsmittel, welches der Gesundheit nicht den mindesten Schaden zu bringen vermag. Wenn man die Erdäpfel kocht, so löst sich der Zwischenzellenstoff, welcher die Zellenmembranen zusammenleimt, im siedenden Wasser auf, und das gerinnende Albumin des Zellensaftes macht die Zellenwandungen weiß; je mehr sich die Zellen sondern, um so mehr erscheint die Kartoffel „mehlig," denn die sogenannten Mehlkörnchen sind die gesonderten Zellen. Die Zellenmembranen bleiben in dem zarten Zustande einer Gallerte und sind daher verdaulich; nur die der Rinde bestehen aus Cellulose. Das Pflanzeneiweiß, welches im Zellensafte aufgelöst ist, bietet dem Körper die nöthige Menge von Stickstoff dar, ohne welche das Stärkemehl nicht zur Ernährung desselben genügen könnte. Allerdings ist der Stickstoffgehalt der Kartoffeln nur gering, indem alle stickstoffhaltigen Mischungen zusammen nur etwa 7 Procente ihres Gewichtes betragen, und sie gehören daher nicht zu den nahrreichsten Speisen; allein die reichlichen Ernten, welche man von ihnen gewinnt, ersetzen jenen Minderbetrag ihrer blutbildenden Bestandtheile vollkommen. Der Wassergehalt des Zellensaftes beträgt bei den Kartoffeln etwa 70 Procente des ganzen Gewichtes.


Fig. 532. Eine Zelle aus einem Kartoffelknollen mit Stärkemehlkörperchen gefüllt, vergrößert.

Der Same der Pflanzen besteht nur aus eigenthümlich entwickelten Knospenindividuen; die Kartoffelknollen sind ein Same, welcher ohne vorhergegangene Blüthe

und Befruchtung sich entwickelt, sie sind Knospen, welche durch ihre Eigenthümlichkeiten den Vergleich mit dem Samen im höchsten Grade zulassen. Betrachtet man den unterirdischen Theil einer Kartoffelpflanze (Fig 533), so bemerkt man die mannigfachsten Verzweigungen und sieht diese an ihren Spitzen zu Knollen angeschwollen; oft ist die Gipfelknospe wieder zu einer langen Stengelaxe verlängert, die an ihrem Ende abermals ein Knollen geworden ist. Da alle unterirdisch entspringenden Zweige Knollen bilden, so vermehrt man die Menge derselben dadurch, daß man die Erde um den Stengel anhäuft, worauf in den Achseln der oberirdischen Blätter nachträglich die Achselknospen sich zu Zweigen entwickeln. Die Knollen sind für die Kartoffel, was die Rüben für die Mangoldpflanzen; sie sind der perennirende Theil dieser Pflanzen, wenn gleich sie bei uns durch die Winterkälte zu Grunde gehen würden, wenn wir sie im Boden ließen. Jede Kartoffel ist ein Axenindividuum, welches in den Boden gelegt, aus seiner Gipfelknospe eine Fortsetzung der Hauptaxe hervortreibt und aus jedem Auge einen Zweigstengel. Die Augen sind nichts anderes, als die sehr klein und unentwickelt gebliebenen Achselknospen der Blätter, deren Ueberreste den unteren Augenrand bilden. Sobald der Frühling kommt, entwickelt sich im Keller aus jedem Auge ein Zweig. Diese Zweige sind, da es in den Kellern dunkel ist, ganz in der Lage unterirdischer Zweige; sie tragen daher nur kleine Blattschüppchen, und in den Achseln dieser entspringen Zweige, welche zu Kartoffelknollen angeschwollene Spitzen haben. Die unterirdischen Stengel sind bleich; ohne Licht entwickelt sich in ihnen kein Chlorophyll; sie sind von äußerst zartem Zellgewebe, da sie keine athmende und die Säfte verarbeitende Blätter besitzen. Es verhält sich die keimende Kartoffel ganz wie ein keimender Same — nur daß hier nicht eine einzige Keimungsknospe vorhanden ist, sondern eine oft sehr große Zahl von Augenknospen, und die Nahrungsvorräthe für diese Embryonalknospen befinden sich nicht in einem Endosperm, auch nicht in den Blattorganen, in Cotyledonen, sondern sie sind hier im Zellgewebe der Mutteraxe angehäuft. Uebrigens erleiden diese Nahrungssubstanzen ganz dieselbe Umänderung und Auflösung, wie wir sie bei den Getreidefrüchten kennen gelernt haben. Auch hier bildet sich Zucker, und zwar auch hier, wie es scheint, durch Vermittlung der Diastase (Seite 840); auch hier wird das ganze Zellgewebe aufgelöst und von den sich entwickelnden Knospen aufgesogen; auch hier athmet das Keimpflänzchen Sauerstoff ein und haucht Kohlensäure aus, bis daß es die Oberfläche des Bodens erreicht hat und entwickelte Blätter, und an den im Boden befindlichen Theilen des Stengels Wurzeln bekommt. Die Wurzeln der Erdäpfelpflanze sind sämmtlich Adventivwurzeln; nur wenn man Pflänzchen aus wirklichen Samenkörnern erzieht, so haben diese, wie oben erwähnt, ein ächtes Hauptwurzelchen; allein auch dann geht dieses frühzeitig ein, während sich am unterirdischen Theile des Stengels neben den knollentragenden Zweigen viele Adventivwurzeln bilden. Alle aus Knollen gezogenen Pflanzen können keine Hauptwurzel haben, da sie ja alle nur Zweigindividuen irgend eines Grades

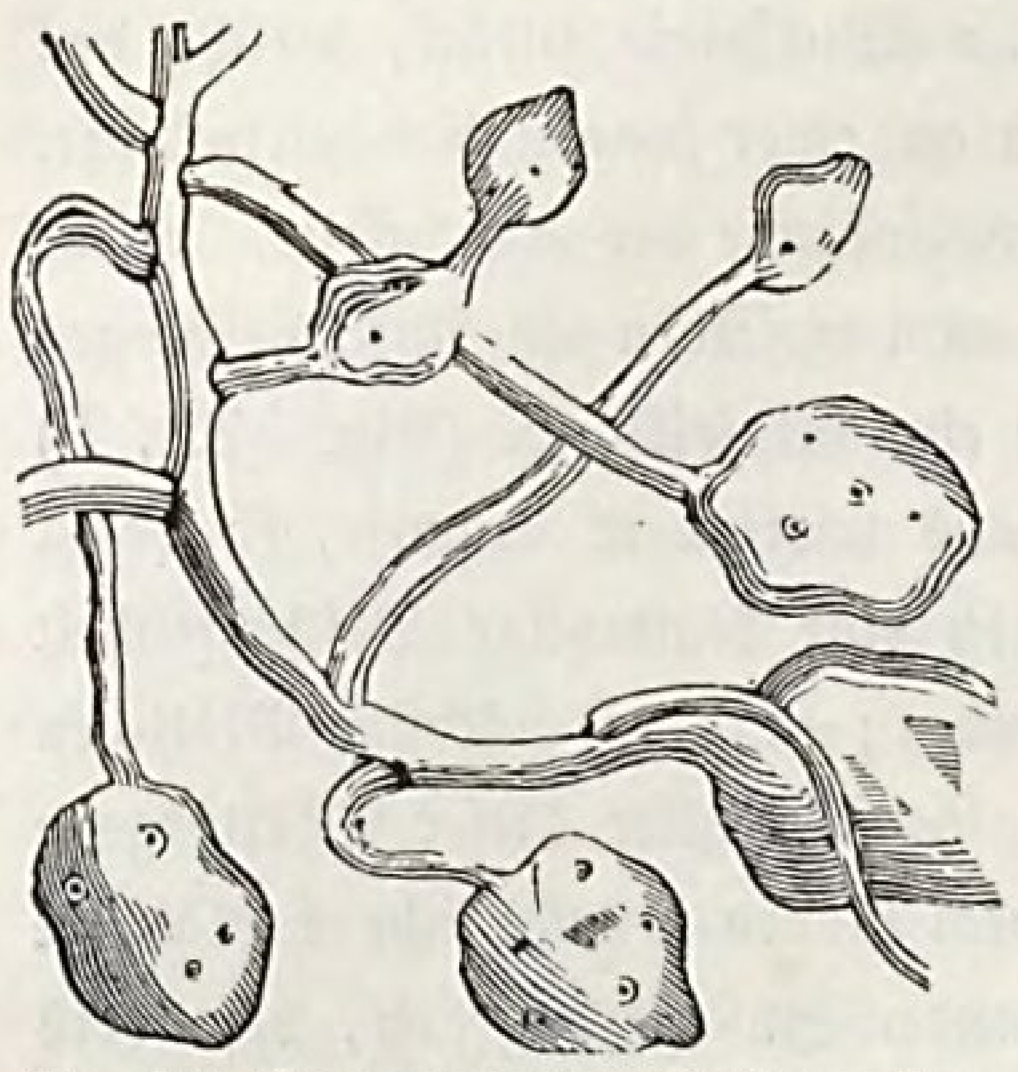


Fig. 533. Der unterirdische Theil der Kartoffelpflanze; man bemerkt an den Kartoffelknollen zahlreiche „Augen“.

von einer ursprünglichen gemeinsamen Mutterpflanze sind, welche vielleicht seit Jahrhunderten verfault ist.

Wenn Erdäpfelknollen zufällig von Erde entblößt sind, so werden sie grün und ungenießbar und giftig. — Die Kartoffeln werden zu selbstständigen Individuen oder Samen, indem die gestreckten Theile der Axenverzweigungen absterben — ganz wie die Brutzwiebeln der Zwiebelgewächse sich von ihrer Mutterzwiebel trennen. — Die Selbstständigkeit der Augenknospen, gleichsam der Embryone der Kartoffel, ist ebenso groß, als die ächter Samenembryone; denn ein mit der Rinde ausgeschnittenes Auge keimt ungestört, wenn es in den Boden gelegt wird, und entwickelt sich zu einer vollkommenen Pflanze. Man kann daher, anstatt ganze Knollen zu pflanzen, auch die dick abgeschälte Rinde oder tief ausgeschnittene Augen pflanzen. Nur darf man sie nicht so tief legen, weil die denselben anhangenden Nahrungsvorräthe rascher verbraucht sind, und das Pflänzchen also früher im Stande sein muß, mit seinen Blättern die Luft und das Licht zu erreichen, um athmen und unorganische Nahrung verarbeiten zu können.

Mit der Erdäpfelpflanze zu dem nämlichen botanischen Geschlechte gehören die Nachtschatten, von denen der schwarze (Solanum nigrum), mit weißer Blumenkrone und schwarzen, kugeligen Beeren, und der bittersüße (S. dulcamara) mit violetter Blumenkrone und rothen eiförmigen Beeren, in Europa sehr verbreitete Giftpflanzen sind. Von diesen zeichnet sich erstere durch eine besondere Eigenthümlichkeit aus; es scheinen hier nämlich die Verästelungen, sowohl die laubtragenden, als auch die blüthentragenden, nicht in den Achseln der Blätter zu entspringen. Bei genauerer Untersuchung überzeugt man sich indessen leicht, daß diese scheinbare Ausnahme von einer allgemeinen und in der Organisation der Pflanzen so tief begründeten Regel nur dadurch hervorgebracht ist, daß die achselständigen Zweige stets eine ziemliche Strecke weit mit der Mutteraxe, von welcher sie entspringen, verwachsen sind, und somit erst da zu entspringen scheinen, wo sie sich von derselben sondern. Mehrere Nachtschattenarten der wärmeren Länder tragen genießbare und nicht giftige Früchte; dahin gehören die Tomate oder Liebesäpfel (Fig. 533 bis).



Fig. 533 bis. Ein Zweig der Tomatapflanze (Solanum lycopersicum) mit Blüthen und Früchten; daneben reife Früchte, sog. Liebesäpfel.

Die Schlutte oder Judenkirsche (Physalis alkekengi) ist dadurch bemerkenswerth, daß der Kelch derselben nach der Blüthezeit fortwächst und als eine zinnoberrothe Hülle (Schlutte) die reife Frucht umgibt. Diese, sowie auch die Frucht der Tollkirsche (Atropa belladonna) ist eine Beere, derjenigen der Kartoffelpflanze sehr ähnlich. Dagegen das Bilsenkraut (Hyoscyamus niger) bildet eine austrocknende hautige Kapsel, welche sich dadurch öffnet, daß der obere Theil wie ein Deckel mit einem horizontalen Risse abspringt. Beim Stechapfel (Datura stramonium) öffnet sich die vierfächerige, mit Stacheln besetzte Kapsel in vier Klappen. Aehnlich ist es bei den Tabakspflanzen (Nicotiana).

Alle genannten Solaneen sind in hohem Grade narkotisch giftig, und es rührt diese Eigenschaft von Pflanzenalkaloiden her, deren diese Familie eine Anzahl

verschiedener enthält, welche jedoch die größte Aehnlichkeit in ihrer Mischung und Wirkung ergeben. Die Nachtschatten enthalten das Solanin, die Tollkirschen und Alraunen (Mandragora) das Atropin, das Bilsenkraut das Hyoscyamin, die Stechäpfel das Daturin, der Tabak das Nicotin. Es stellt sich hierin ein Beispiel dar für die jetzt schon vielfach bestätigte Beobachtung, daß nicht allein durch Aehnlichkeit äußerlicher Merkmale, insbesondere der Blüthen-, Frucht- und Samenbildung, die Verwandtschaft der natürlichen Gruppen von Pflanzen, welche wir als Familien zu bezeichnen pflegen, sich zu erkennen gibt, sondern daß jenen äußerlichen Aehnlichkeiten auch das Vorkommen gewisser gleichartiger oder höchst ähnlicher charakteristischer Substanzen in den verschiedenen Pflanzen einer Familie entspricht. Alle genannten Substanzen sind jetzt mehr oder weniger gebräuchliche Arzneimittel, besonders das Hyoscyamin des Bilsenkrautes und das Atropin der Tollkirsche oder Belladonna, welches letztere die sonderbare Wirkung hat, die zarten Muskelfaserchen der Irishaut des Auges zusammenzuziehen, wodurch die Pupillaröffnung auffallend groß wird, und die Augen somit ein sehr schwarzes Ansehen bekommen. Die giftigen Wirkungen des Tabaks sind Jedem bekannt, der sich an den Genuß des Rauchens zu gewöhnen versucht hat. Uebrigens kann die Wirkung durch den Rauch nur eine sehr geringe sein, da das Nicotin größtentheils durch das Feuer zerstört wird. Nichts desto weniger ist es eben die narkotische Wirkung, welche das Rauchen so allgemein beliebt gemacht hat, daß der Tabak, welcher noch vor dreihundert Jahren in Europa ganz unbekannt war, in immer steigenden Quantitäten aus Amerika in Europa eingeführt und auch in diesem Erdtheile, sowie in allen anderen Erdtheilen, so allgemein angebaut wird. Man hat eine große Menge verschiedener Varietäten, welche alle von einigen wenigen ursprünglichen Tabaksgattungen durch die Cultur erzogen worden sind.

Zu der Familie der Solaneen gehört auch eine Gewürzpflanze, der Guineapfeffer, die Beißbeeren- oder sogenannte spanische Pfefferpflanze (Fig. 534), deren durch das darin enthaltene Capsicin sehr heftig beißende, aber nicht leicht giftig wirkende, trockenfleischige Beeren unter letzterem Namen im Handel vorkommen.



Fig. 534. Der spanische Pfeffer (Capsicum annuum).

Zehnte Ordnung.

Die Lippenblüthler. Labiatifloræ.

Die Familie der Boragineen oder Asperifolien (Boragineæ s. Asperifoliæ) ist mit den Solaneen sehr nahe verwandt, bildet dagegen durch die ganz von



Fig. 535. Eine Blüthe der gemeinen Walwurz (Symphitum officinale). *

* *c* Kelch; *t* Blumenkronenröhre; *l* freie Spitzen der Kronenblätter; *r* Falten an der Kronenröhre, welche nach Innen vorspringen; *s* Griffel.

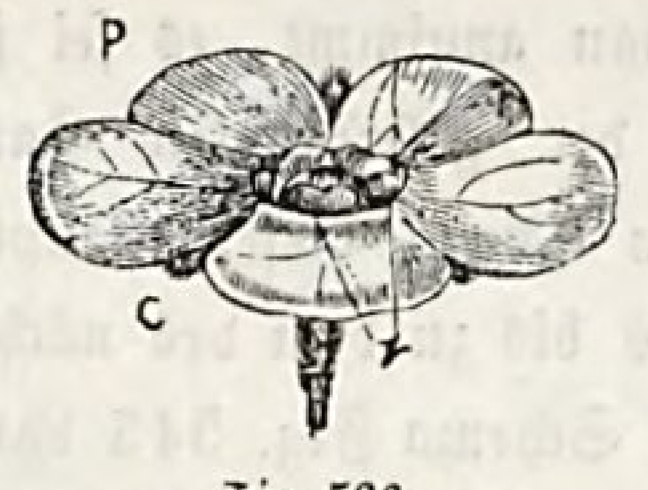


Fig. 536. Eine Blüthe des Sumpfvergißmeinnicht (Myosotys palustris), vierfach vergrößert.*

* *c* Der Kelch, wenig sichtbar; *p* Kronenblätter; *r* vorspringende Falten derselben in der Oeffnung des Trichters (Schlundkrone).

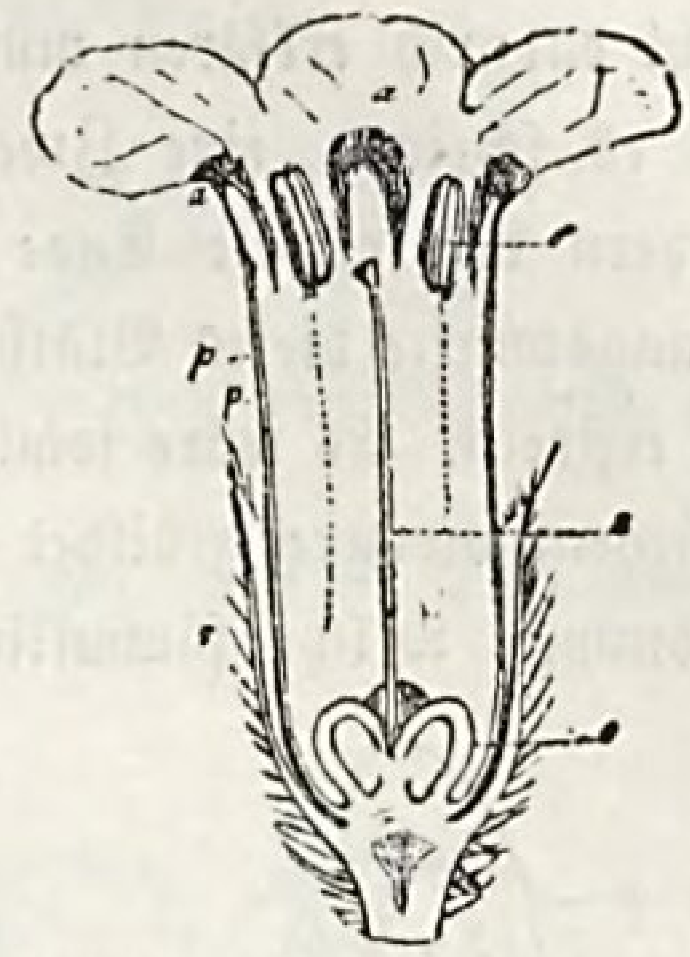


Fig. 537. Eine Blüthe der italienischen Ochsenzunge (Anchusa italica), senkrecht durchschnitten. *

* *c* Kelch; *p* Krone; *a* blattartige Anwüchse an der inneren Seite der Kronenblätter; *e* Antheren, deren Filamente an die Kronenblätter angewachsen sind; *s* Griffel; *o* die vier Fruchtknoten.



Fig. 538. Diagramm der Blüthe der italienischen Ochsenzunge. Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter mit ihren behaarten Anwüchsen (Schlundkrone); fünf Staubfäden; vier Fruchtknoten, zwischen denen der vereinigte Griffel hervortritt; in jedem Fruchtknoten eine Samenknospe.



Fig. 539. Ein Staubfaden des gemeinen Borretsch (Borago officinalis), vergrößert. *

* *f* Filament; *a* blattartiger Ansatz desselben.

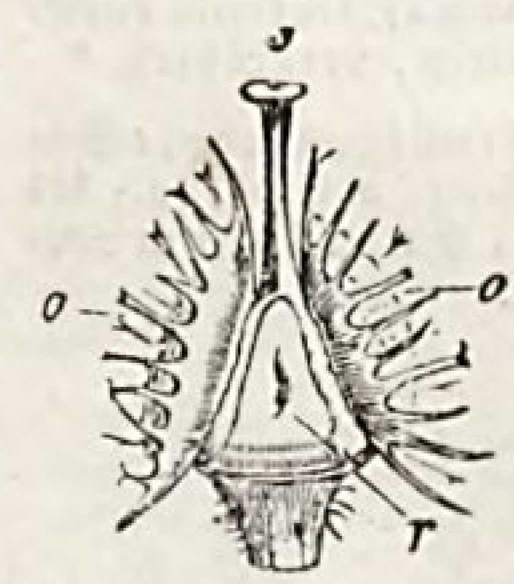


Fig. 540. Fruchtbildung einer Boraginee (Erithricium jaquemontianum). *

* *o* Fruchtknoten mit Stacheln besetzt; *s* der Griffel; *r* der Gipfel der Blüthenaxe, welcher dadurch sichtbar geworden ist, daß der vordere Fruchtknoten weggenommen ist.

jenen abweichende Frucht den Uebergang zu den Lippenblumenpflanzen. Diesen nähern sie sich auch durch manche Spuren von Unregelmäßigkeit in der Form der Blumenkrone, welche zwar im Allgemeinen eine aus fünf vereinigten Blättern bestehende Trichterröhre, mit mehr oder weniger flach ausgebreitetem, aus den freien Spitzen der Kronenblätter gebildeten Saume, darstellt (Fig. 535 und 536), jedoch bald eine knieförmige Umbiegung der Röhre, in Folge längerer Ausdehnung der oberen Seite, wie beim Wolfsgesicht (Lycopsis arvensis), bald eine ganz schiefe und unregelmäßige Form besitzt, wie beim Natterkopf (Echium vulgare). Der Kronentrichter besitzt meistens Falten, welche nach innen oder außen Vorsprünge bilden, oder auch Haarbüschel (Fig. 537 und 538), oder andere Auswüchse an der inneren Fläche. Die Staubfäden (Fig. 539) tragen oft ähnliche Ansätze von blattartiger Form, wie bei den Apocyneen. Die Karpelle, meistens vier an der Zahl, sind bei den meisten Gattungen nicht zu einem Fruchtknoten vereinigt, sondern einzeln, freilich eng zusammengedrängt um die Spitze der Blüthenaxe (Fig 540), wobei der gemeinsame Griffeltheil, zwischen denselben hervorzukommen scheint, da die Karpelle hinter dem Einfügungspunkte desselben buckelig aufgeschwollen sind (Fig. 538). In jedem Karpelle befindet sich eine achselständige Samenknospe, mit aufwärts gerichteter Mikropyle; der Embryo richtet das Wurzelende seiner Axe nach oben (Fig. 541).

Bemerkenswerth ist der sogenannte „Skorpionenschwanz“, nämlich der eigenthümlich umgerollte Blüthenstand dieser Familie (Fig. 542), welche man viel-

leicht dadurch erklären muß, daß man annimmt, es sei jedes Blüthenstielchen nicht, wie es scheint, eine Zweigaxe an der gekrümmten Hauptaxe des Blüthenstandes, sondern das direkte Ende desjenigen Theils dieser Hauptaxe, welcher von dem Ursprungspunkte dieses Blüthenstielchens bis zu dem des nächst unteren Blüthenstielchens sich erstreckt. Es wäre somit, wie das Schema Fig. 543 darstellen soll, die gekrümmte Blüthenstandsaxe gebildet aus Theilen einer großen Zahl von Zweigen verschiedener Ordnung, welche sämmtlich auf der nämlichen Seite entspringen.

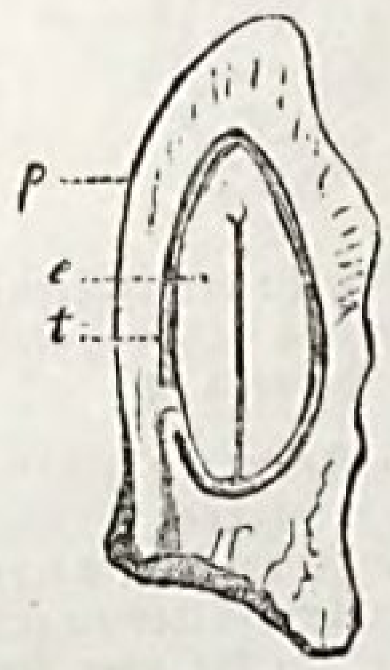


Fig. 541. Eine Frucht der italischen Ochsenzunge (Anchusa italica), senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* *p* Fruchtwandung; *t* Samendecken; *o* Embryo. Es ist kein Endosperm vorhanden.



Fig. 542. Der Blüthenstand des Sumpfvergißmeinnicht (Myosotys palustris). Die Blüthen stehen abwechselnd auf einer doppelten Reihe und alle auf derselben Seite der scheinbaren Hauptaxe des Blüthenstandes.



Fig. 544. Ein ährenförmiger Blüthenstand des gemeinen Eisenkrautes (Verbena officinalis). Die unteren Blüthen sind schon verblüht und in den Fruchtzustand übergegangen; die mittleren blühen und zeigen die ungleichen fünf Lappen des Saumes der röhrenförmig verwachsenen Kronenblätter, die oberen Blüthen sind noch im Knospenzustande.

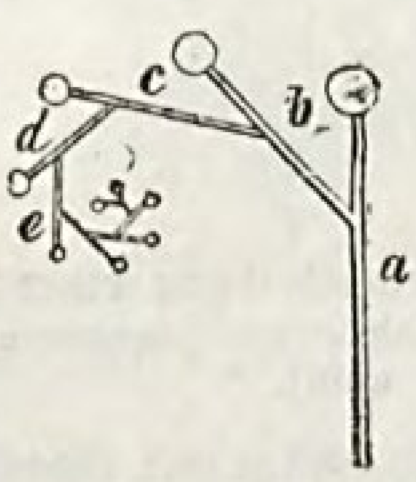


Fig. 543. Schema zur Erklärung des skorpionenschwanzartigen Blüthenstandes. Die Axen *a b c d e* ... endigen jede direkt in einer Blüthe.

Alle Theile der Boragineen sind mit mehr oder minder steifen, oft stachligen, Haaren besetzt, besonders die Blätter, weßhalb man sie auch rauhblätterige Pflanzen (Asperifoliæ) zu nennen pflegt. Außer dem Vergißmeinnicht und den verschiedenen Arten von Mauseöhrchen (Myosotys), Ochsenzunge, Hundszunge (Cynoglossum), Walwurz, Wolfsgesicht und dem Natterkopf, welche in ganz Deutschland wild wachsen, gehört zu dieser Familie eine bekannte Gartenpflanze, der Borretsch, welchen man, seines Geschmackes wegen, auch Gurkenkraut nennt, ferner das officinelle Lungenkraut (Pulmonaria officinalis), sowie das herrlich duftende Heliotrop (Heliotropium peruvianum), welches, aus Peru stammend, jetzt in ganz Europa eine der verbreitetsten Zimmerpflanze geworden ist.

Bei der Familie der Verbenaceen (Verbenaceæ), zu welcher das gemeine Eisenkraut (Fig. 544), zugleich aber auch der ostindische Tiekbaum (Tectonia grandis, Fig. 544 bis) gehört, welcher letztere das gelbe Tiekholz oder Tekholz, eines der härtesten und besonders zum Schiffsbau geeignetsten Hölzer liefert, ist die Unregelmäßigkeit der Blüthen schon auffallender, als bei den meisten Boragineen. Von den fünf Kronenblättern ist das am Blüthenstande nach außen und unten gerichtete das größte und hangt mit den beiden benachbarten inniger zusammen, als mit den beiden anderen, welche wieder unter sich näher verbunden sind. So bekommt der Saum der Krone ein zweitheiliges Ansehen.



Fig. 544 bis. Ein Zweig des Tiekbaumes (Tectonia grandis) mit Blüthen.

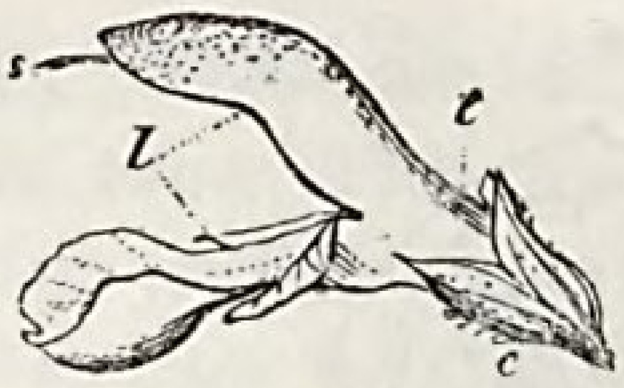


Fig. 545. Eine Blüthe der Wiesensalbey (Salvia pratensis). *

* c Der Kelch; t die Röhre der vereinigten Kronenblätter; l die beiden „Lippen"; s die getheilte Narbenspitze des Griffels.

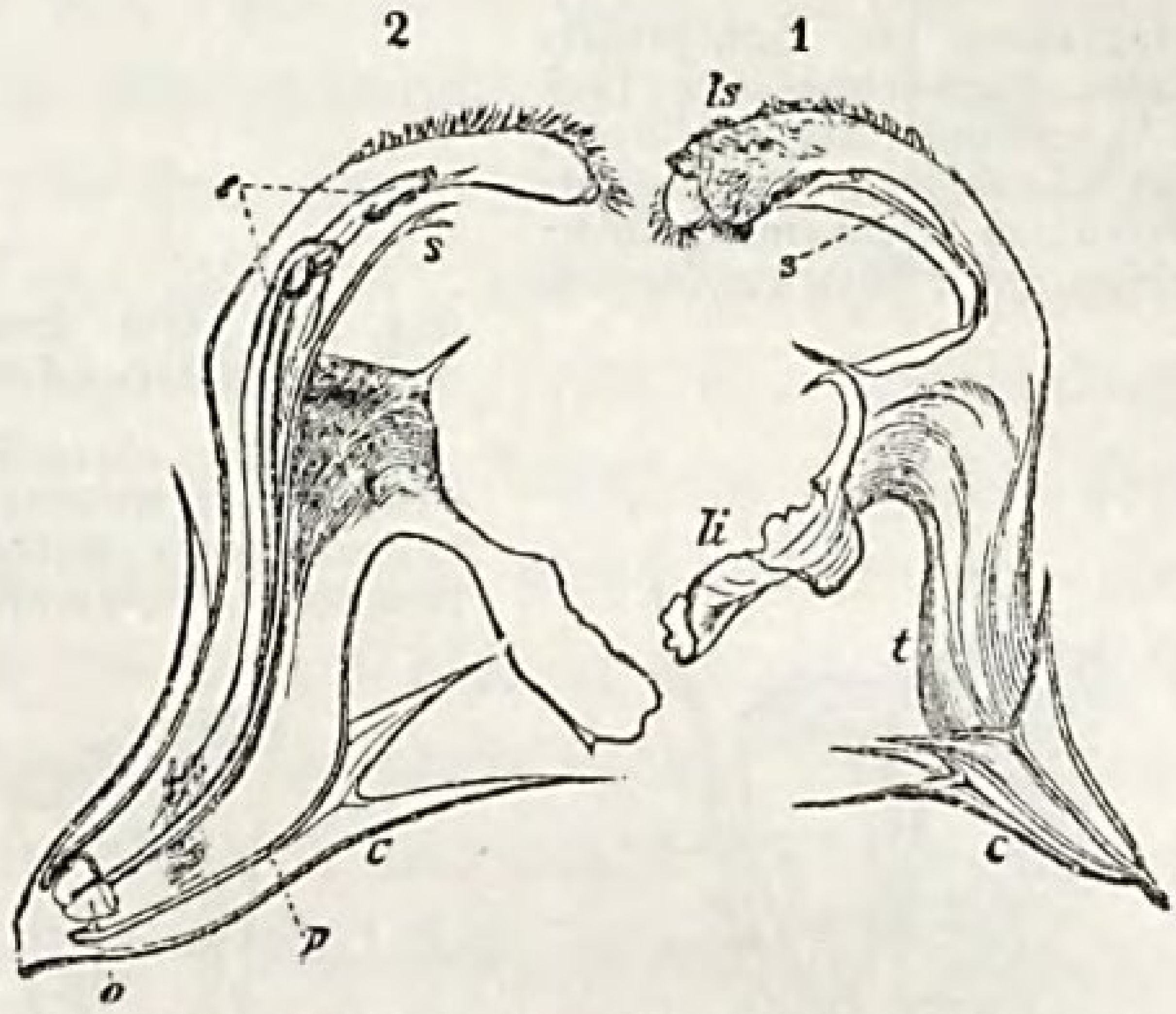


Fig. 546. Die Blüthe der weißen Honignessel (Lamium album), in doppelter Größe. *

* 1 Die ganze Blüthe von der Seite gesehen; c der fünfspitzige, etwas zweilippige Kelch; t Schlundröhre; ls Oberlippe; li Unterlippe; s der Griffel mit gespaltener Narbe. — 2 Die nämliche Blüthe, senkrecht durchschnitten; c Kelch; p Krone; e Antheren; o die Fruchtknoten; r Griffel.

Die Familie der Rachenblüthler oder der Labiaten (Labiatæ), von welcher die Honig- oder Taubnesseln, Salbey, Lavendel, Thymian u. s. w. sehr bekannte Beispiele sind, zeigt eine solche Zweitheiligkeit oder sogenannte Zweilippigkeit am ausgezeichnetsten (Fig. 545). Es sind hier zwei der Hauptaxe des Blüthenstandes zugewandte Blätter der Krone so völlig mit einander vereinigt, daß man ein einziges, helmförmig gewölbtes Blatt sieht, an dessen Spitze nur ein geringer Ausschnitt die ursprüngliche Trennung andeutet; die drei anderen Blätter sind ebenso sehr vereinigt; das nach außen gewandte stellt einen großen Mittellappen eines Blattes dar, dessen beide Seitenlappen von den beiden andern Blättern gebildet werden (Fig. 546). Alle fünf Blätter sind übrigens an ihrem unteren Theile in eine Röhre verwachsen; man nennt diese den Schlund, die Vereinigung der einen zwei Blätter die Oberlippe, die Vereinigung der andern drei Blätter die Unterlippe, und das Ganze einen Rachen. Diese Benennungen hat man dann auch auf andere ähnliche Blüthen übertragen. So nennt man überhaupt bei röhrenförmigen Blumenkronen den Eingang in die Röhre den Schlund, und daher rührt der Name Schlundkrone für die an diesem Eingange bei den Boragineen bemerkbaren Anwüchse. Der glockenförmige, aber deutlich die Mittel- und Nebenrippen der einzelnen vereinigten Blätter zeigende Kelch, welcher meistens in fünf Spitzen oder Grannen ausläuft, hat nicht selten auch ein zweilippiges Aussehen. Vor den Zusammenfügungen der Kronenblätter stehen die Staubfäden, aber nicht fünf, sondern nur vier (Fig. 547), da derjenige fehlt, welcher vor der Oberlippe stehen sollte; man findet von demselben oft Spuren. In einigen Fällen sind dagegen nur zwei Staubfäden entwickelt. Wenn vier vorhanden sind, so sind die einen beiden länger, als die beiden andern, ein Verhältniß, welches man als

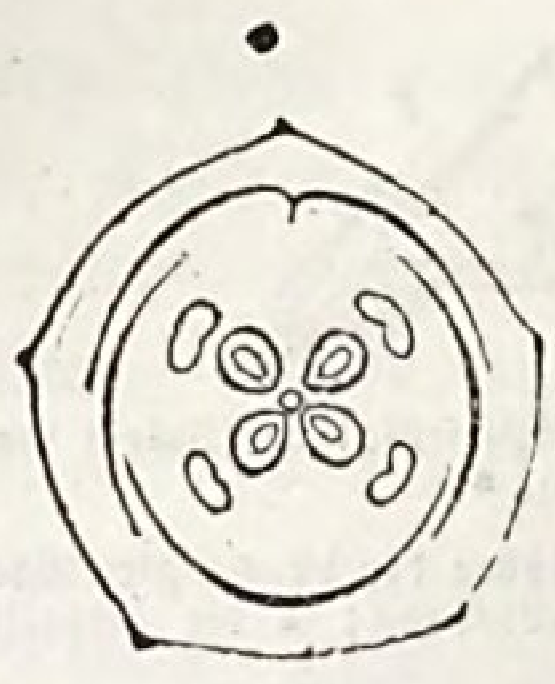


Fig. 547.
Diagramm der Honignessel-blüthe. Fünf Kelchblätter; fünf zu 2/3 vereinigte Kronenblätter; vier Staubfäden; vier Fruchtknoten, in jedem eine Samenknospe; dazwischen der Griffel.

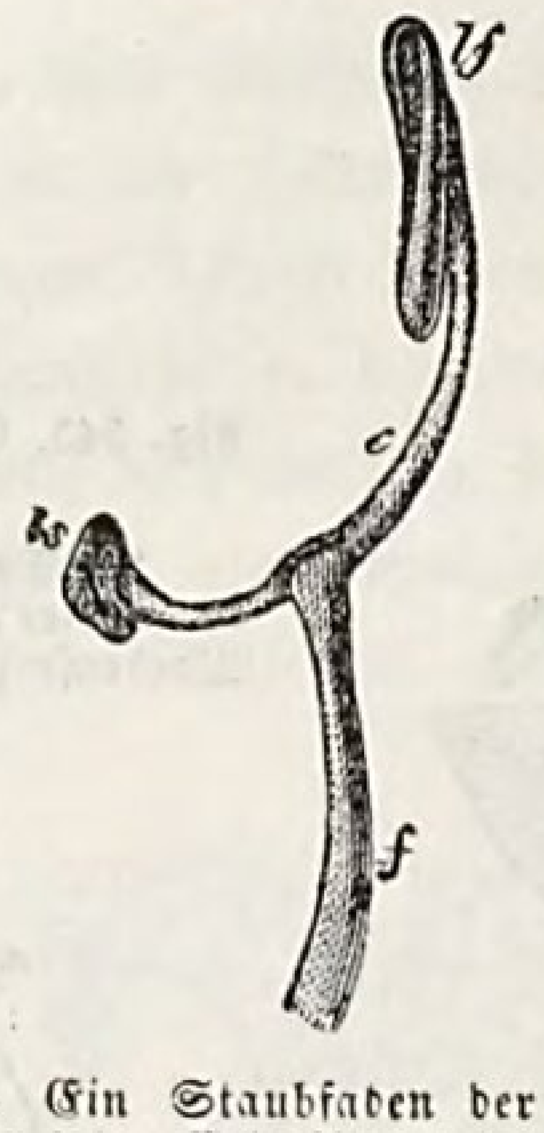


Fig. 548. Ein Staubfaden der Gartensalbey (Salvia officinalis), vergrößert. *

* *f* Der obere Theil des Filamentes; *c* das querbalkenähnliche Connektiv; *lf* das pollenbildende Antherenfach; *ls* das verkümmerte Antherenfach.

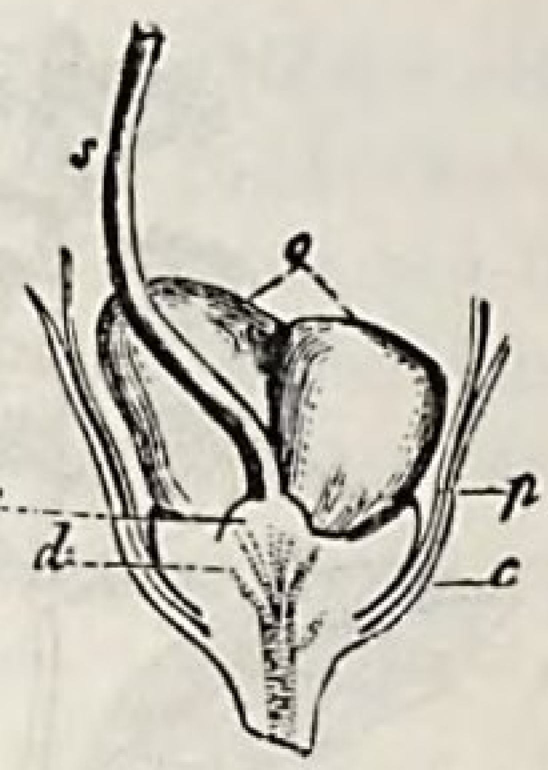


Fig. 549. Der untere Theil der Blüthe der Honignessel, senkrecht durchschnitten und vergrößert. *

* *c* Kelch; *p* Krone; *d* hypogynische Scheibe; *r* Einfügungspunkt der vier Fruchtknoten *o*, von welchen nur zwei stehen geblieben sind; *s* der Griffel, scheinbar „bodenständig".

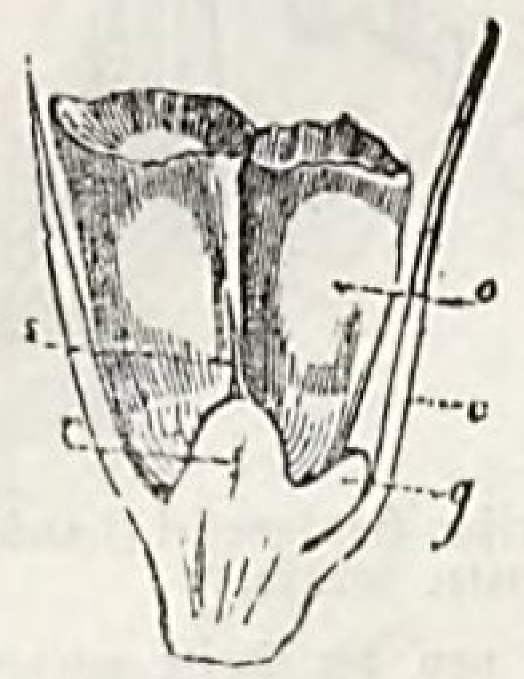


Fig. 550. Die Früchte einer Honignessel, im senkrecht durchschnittenen Kelchgrunde, vergrößert. *

* *c* Kelch; *g* hypogynische Scheibe; *r* Gipfel der Blüthenaxe; *o* Nüßchen; *s* Ueberrest des Griffels.



Fig. 551. Eine Frucht (Nuß) der Honignessel, abgesondert und senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* *p* Nußschale, aus dem Karpell gebildet; *t* Samendecke; *e* Embryo. Ein Endosperm ist nicht vorhanden.

Didynamie, d. h. als Uebermächtigkeit der ersteren beiden, bezeichnet. Diese Staubfäden sind meistens der Schlundröhre mehr oder weniger angewachsen. Ihre Antheren sind stets zweifächerig, und meistens liegen die beiden langen und schmalen Fächer nur durch ein ganz schmales Mittelband oder Connektiv getrennt dicht neben einander. Ein höchst seltsamer Fall zeigt sich dagegen beim Salbey, indem hier das Connektiv so sehr in die Breite verlängert erscheint, daß es auf dem Gipfel des Filamentes wie der Querstrich auf dem T schwebt (Fig. 548). An jedem Ende dieses Querbalkens schwebt ein Antherenfach, doch ist das eine derselben verkümmert, oft fehlt es gänzlich. Man kann sich keinen bessern Vergleich für die Form dieser Staubfäden denken, als die Einrichtung eines Ziehbrunnens mit schwebendem Balken. Die vier Fruchtknoten, welche im Grunde des Kelches stehen, sind hier ähnlich gebildet, wie bei den Boragineen. Jeder besteht aus einem Karpell, dessen Spitze sich unmittelbar über dem Befestigungspunkte befindet, während die hohle, das Fruchtfach bildende Wölbung, einen starken Buckel nach außen und oben bildet. Die vier Griffeltheile sind in einen fadenförmigen Griffel vereinigt, welcher nun wieder zwischen den vier Fruchtknoten aus dem Boden der Blüthe zu entspringen scheint (Fig. 549). Derselbe ist sehr lang und theilt sich an seinem Ende in zwei Narben; jede entspricht zweien Karpellen, wie denn auch schon die Fruchtknoten eine große Neigung zu paarweiser Vereinigung verrathen.

Die Früchte der Labiaten sind Nüßchen (Fig. 550), welche man im Grunde des bis zur Samenreife stehen bleibenden Kelches findet und leicht für nackte Samen ansehen könnte, wie Linné that, der diese Pflanzen nacktsamige (gymnospermia) nannte. Jede Nuß enthält einen Samen, in welchem hier, da die Samenknospe sich umgekehrt hatte, das Wurzelende des Embryo zum Nabelpunkte gerichtet ist (Fig. 551).

Die Blüthenstände der Labiaten sind traubenartig verästelt und stehen in den Achseln der Blätter. Da aber alle Blattachseln am oberen Theile des Stengels Blüthenstände tragen, so bilden alle diese gleichsam einen gemeinsamen Blüthenstand. Es erscheint dieses um so mehr so, als bei einigen Gattungen die Blätter, in deren Achseln die Blüthenstände entspringen, und welche somit die Deckblätter dieser letzteren bilden, nicht grün, sondern blau oder roth gefärbt sind, wie z. B. bei einigen Salbeyarten. —

Auch ohne Blüthen sind die Labiaten sehr leicht zu erkennen; es gibt wenige Pflanzenfamilien, welche so leicht auffaßbare Eigenthümlichkeiten in der Tracht und anderen Eigenschaften besitzen, als diese. Sie sind alle, obwohl man gegen 1500 verschiedene Arten kennt, krautartig wachsende Pflanzen, mit unterirdisch perennirenden Stämmen; nur wenige bilden niedrige Sträucher, wie die Gartensalbey. Die **Stengel** sind stets vierkantig und die **Blätter** stehen an denselben stets zwei einander gegenüber und so, daß jedes Paar mit dem nächst unteren und dem nächst oberen ein gerades Kreuz bildet, mit dem dritten aber in der Stellung völlig übereinstimmt. Dazu kommt, daß die Blätter eine sehr große Menge von **Drüsenzellen** enthalten, auf welchen Haare zu stehen pflegen, und welche bei der geringsten Berührung durch einen starken Duft ihren Inhalt verrathen, welcher aus **ätherischem Oele** besteht. Alle diese Pflanzen sind daher entweder ihres Wohlgeruches wegen, oder wegen des gewürzhaften Geschmackes, oder aber wegen der Arzneikräfte ihres Oeles anwendbar, werden dagegen vom Vieh nicht gern gefressen. Man gewinnt auch das ätherische Oel aus ihnen. **Salbey** (Salvia), **Thymian** (Thymus), **Melisse** (Melissa), **Lavendel** (Lavandula), **Minze** (Mentha), **Rosmarin** (Rosmarinus), **Patschuli** (Coleus), **Majoran** (Origanum), **Kölle** (Satureja), **Gundelrebe** (Glechoma) — alle diese Pflanzen und ihre Oele finden die mannigfachste Benutzung. Aus den ätherischen Oelen scheiden sich durch Sauerstoffaufnahme Harze ab. Einige Gattungen, wie Salbey und Lavendel, sind sehr reich an **Kamfer**, welcher keineswegs den Laurineen allein zukommt, sondern in manchen starkduftenden Gewächsen vorhanden ist. Aus den genannten Pflanzen kann derselbe in Menge gewonnen werden, aus dem Lavendelöle etwa 25%, doch scheidet er sich hier nicht von selber in fester Form ab, wie bei den Laurineen.

Nahe verwandt mit den Rachenblüthlern sind die **Acanthaceen** (Acanthaceæ), zu welchen die **Bärenklaupflanze** (Acanthus mollis) gehört, deren Blätter das Muster gaben zu den in den Künsten so häufig angewandten Verzierungen, welche man Acanthusblätter zu nennen pflegt. Ferner die **Bignoniaceen** (Bignoniaceæ), von denen mehrere **Bignonien** in Gärten gezogen werden, wie der **Trompetenbaum** (Bignonia catalpa). Die zweien Blattspitzen gleichende Narbe dieser Pflanzen sperrt sich in der Blüthezeit auseinander, sobald man dieselbe aber berührt, so legen sich die beiden Blättchen dicht schließend auf einander (Fig. 552). Im Samenflügel

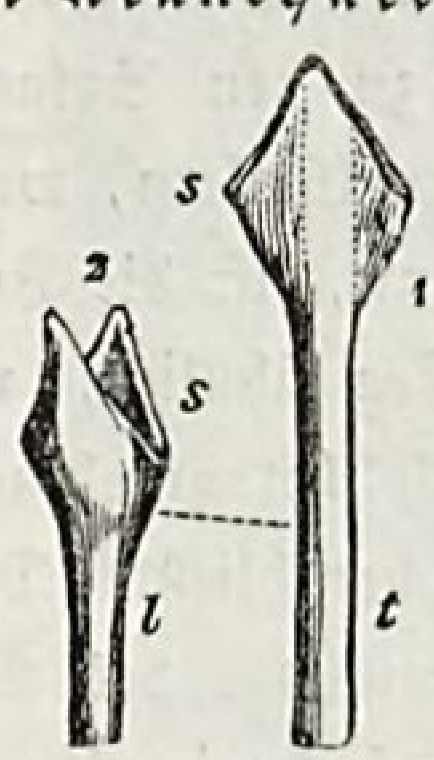


Fig. 552. Die »reizbaren« und sich bewegenden Narben der Bignonien. *

* Der obere Theil des Griffels *t*, einer Bignonia (B. pandorea) mit den Narbenblättchen *s*, welche in der einen Figur gesperrt, in der anderen geschlossen sind.

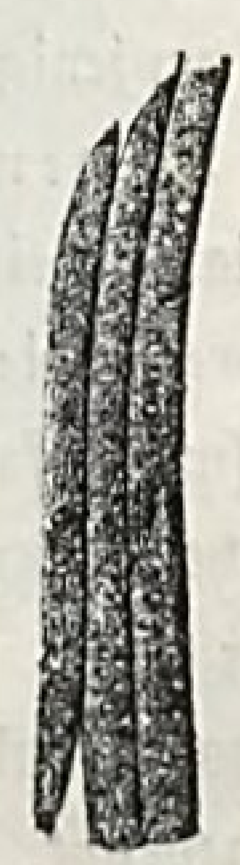


Fig. 553. Punktirte Fasern von dem geflügelten Rande eines Bignoniensamens.

der Bignonien beobachtet man ausgezeichnet schön getüpfelte Faserzellen (Fig. 553). — Die ausschließlich tropischen Sesameen (Sesamea), die Myoporineen (Myoporineæ) Neuhollands, die südafrikanischen Selagineen (Selagineæ) und die auch ausschließlich tropischen Cyrtandraceen (Cyrtandraceæ), welche sich nahe an die Verbenaceen anschließen, enthalten keine für uns wichtigere und überhaupt nicht sehr zahlreiche Pflanzen. — Zu den Gesneriaceen (Gesneriaceæ) gehören die gegenwärtig zu den Modepflanzen zählenden, aus Mittelamerika stammenden Gloxinien (Gloxinia) und Nägelien (Nægelia), deren theilweise braunrothen Blätter mit aufrechten Haaren so dicht besetzt sind, daß sie dadurch das herrlichste sammtartige Ansehen bekommen. Sie haben einen perennirenden Stamm unter dem Boden, welcher mit dicken fleischigen Blattschuppen besetzt ist. Dasselbe ist der Fall bei der einheimischen Schuppenwurz (Lathræa squamaria), einer Pflanze aus der Familie der Orobancheen (Orobancheæ), welche in Laubwäldern unter dem Boden auf Baumwurzeln schmarotzend wächst und im März oder April einen Zweigstengel zwischen dem dürren Laube hervortreibt, welcher mit Blüthen dicht besetzt ist, aber keine anderen Blätter besitzt, als geringe schmale, zugespitzte Deckschüppchen, in deren Achseln die Blüthen stehen. Zu der nämlichen Familie gehören die Sommerwurz- oder Würgpflanzen (Orobanche), die ausgezeichnetsten Schmarotzerpflanzen unserer Gegenden, welche auf den Wurzeln des Klees, des Hanfes und anderer Culturpflanzen wachsen, auf welchen der knollenartig verdickte und mit wurzelähnlichen Klammern versehene untere Theil des Stengels fest ansitzt. Diese Schmarotzer entziehen den Pflanzen, auf welchen sie sich angesiedelt haben, die zu ihrer Ernährung nöthigen Säfte und veranlassen dadurch das Absterben derselben, so daß sie auf Aeckern den größten Schaden anrichten. Sie haben die Athmungsweise der Pilze, sind nie grün, sondern sehen braungelb aus, wie wenn sie verfault wären, haben keine entwickelte Blätter, dagegen sehr vollständige Rachenblüthen, von röthlicher Farbe. Ihre Samen liegen im Boden, bis eine Pflanze in der Nähe wächst, auf deren Wurzel sie zu keimen vermögen.

Die Familie der Masken- oder Larvenblümler (Scrophularinæ s. Personatæ) sind den Solaneen im höchsten Grade verwandt, indem sie sich von denselben hauptsächlich nur durch die Unregelmäßigkeit der Blüthenbildung unterscheiden. Das Wollkraut oder die Königskerze (Verbascum) findet man sogar in manchen botanischen Werken zu den Solaneen, in anderen zu den Scrophularineen gestellt. Bei denjenigen Larvenblümlern, welche diesen Namen recht eigentlich verdienen, z. B. den Löwenmäulern, ist die Form der Blumenkrone (Fig. 554) derjenigen der Labiaten einigermaßen ähnlich, nur ist die Oberlippe aufwärts zurückgeschlagen, während die hiedurch hervorgebrachte Krümmung des sogenannten Gaumens die Oeffnung fast ganz verschließt. Dabei pflegt dasjenige der vereinigten Kronenblätter, welches von der Hauptaxe des Blüthenstandes abgewandt ist, an seinem Grunde mehr oder weniger sackartig bauchig zu sein, und beim gemeinen Leinkraute (Linaria vulgaris) findet man diesen Sack zu einem langen und zugespitzten „Sporne“ ausgedehnt. Die Blättchen des Kelches, fünf an der Zahl, sind nicht so, wie bei den Labiaten, verwachsen; sie decken sich schuppig (Fig. 555). Bei den eigentlichen Scrophelkräutern (Scrophularia) und den Fingerhuten (Fig. 556) ist die Unregelmäßigkeit bei Weitem nicht so außerordentlich, und bei den Ehren-

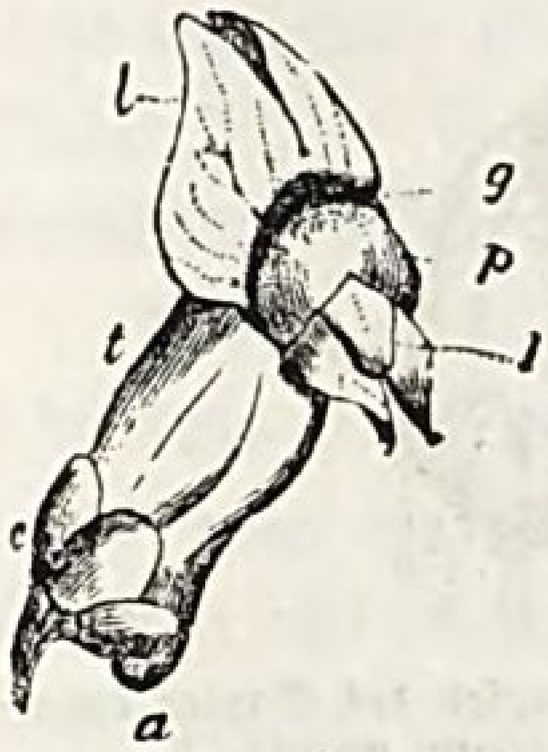


Fig. 554. Eine Blüthe des Gartenlöwenmaules (Antirrhinum majus). *

* *c* Kelch; *t* Blumenkronenröhre; *a* Sporn des untersten Blattes derselben; *l* die emporgeschlagene Oberlippe und die niedergeschlagene Unterlippe; *g* Schlund; *p* Gaumenwölbung, welche den Schlund verschließt.

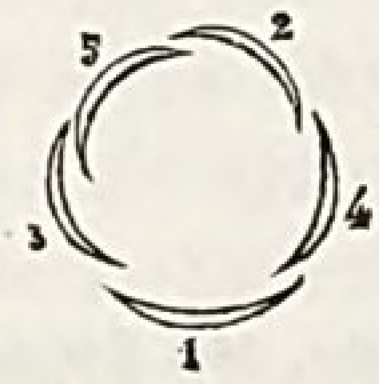


Fig. 555. Diagramm der Kelchblätter des Löwenmaules. Die Blätter sind der Zweifünftel-Stellung nach numerirt.



Fig. 556. Eine Blüthe des purpurnen Fingerhutes (Digitalis purpurea). *

* *c* Kelch; *p* Blumenkrone; *t* der röhrenförmige Theil; *l* der Lippensaum; *g* Schlund.

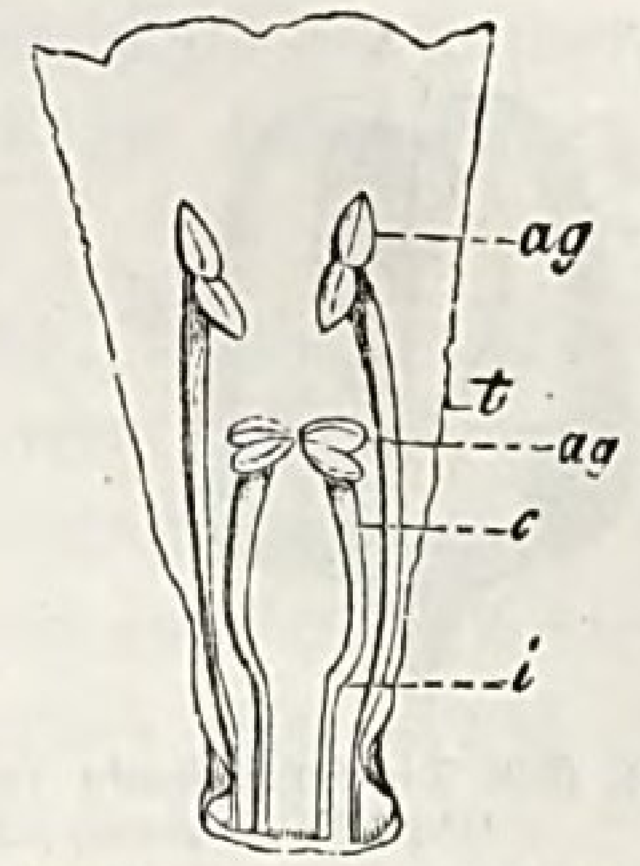


Fig. 557. Die Blumenkrone des purpurnen Fingerhutes, aufgeschnitten, um die Didynamie der Staubfäden zu zeigen. *

* *t* Blumenkronenröhre; *ag* Antheren; *c* freier Theil der Träger der kleineren Staubfäden; *i* der Punkt, bis zu welchem sie am Grunde mit der Blumenkronenröhre verwachsen sind.

preisgattungen (Veronica) oft kaum bemerkbar, nur in einer etwas größeren Ausbildung des gegen die Hauptaxe des Blüthenstandes gerichteten Blumenkronenläppchens angedeutet. Dagegen zeichnen sich die Pantoffelblumen (Calceolaria), deren Unterlippe pantoffelartig hohlgewölbt erscheint, durch die wunderlichste Form aus. — Die Staubfäden sind bei fast allen Larvenblümlern zu vieren und ausgezeichnet didynamisch (Fig. 557), selten, wie beim Wollkraute, fünf; allein der fünfte Staubfaden erscheint oft als ein eigenthümlich gestalteter Körper, dessen Antheren fehlgeschlagen sind. Man nennt diesen Körper ein Staminodium. Mitunter finden sich nur zwei regelmäßig ausgebildete Staubfäden, dabei dann aber mehrere Staminodien. Bei den Wollkräutern und Scrophelkräutern sind die Antheren nur einfächerig. Die Mimulus, deren einige Arten mit sehr zahlreichen Varietäten jetzt vielfach als Zierpflanzen gezogen werden, und deren Blumen zwischen der Form der Löwenmäuler und der Fingerhute die Mitte halten, geben Gelegenheit, ganz die nämliche Form und Reizbarkeit der Narbe zu beobachten, welche vorhin bei den Bignonien (Fig. 552) erwähnt worden ist. Zur Ergänzung und Erinnerung früher erwähnter Vorgänge gibt Fig. 558 eine Darstellung der Befruchtung der Narbe des Löwenmaules. — Die Karpelle der meisten Larvenblümler zeigen in ausgezeichnetem Grade die Vereinigung zu zwei Partieen, indem sie eine zweifächerige Kapselfrucht bilden, welche bei der Reife oft sogar scheidewandspaltig aufspringt (Fig. 559). Doch deutet manche Eigenthümlichkeit darauf hin, daß die beiden ungleichen Kapselhälften mehreren

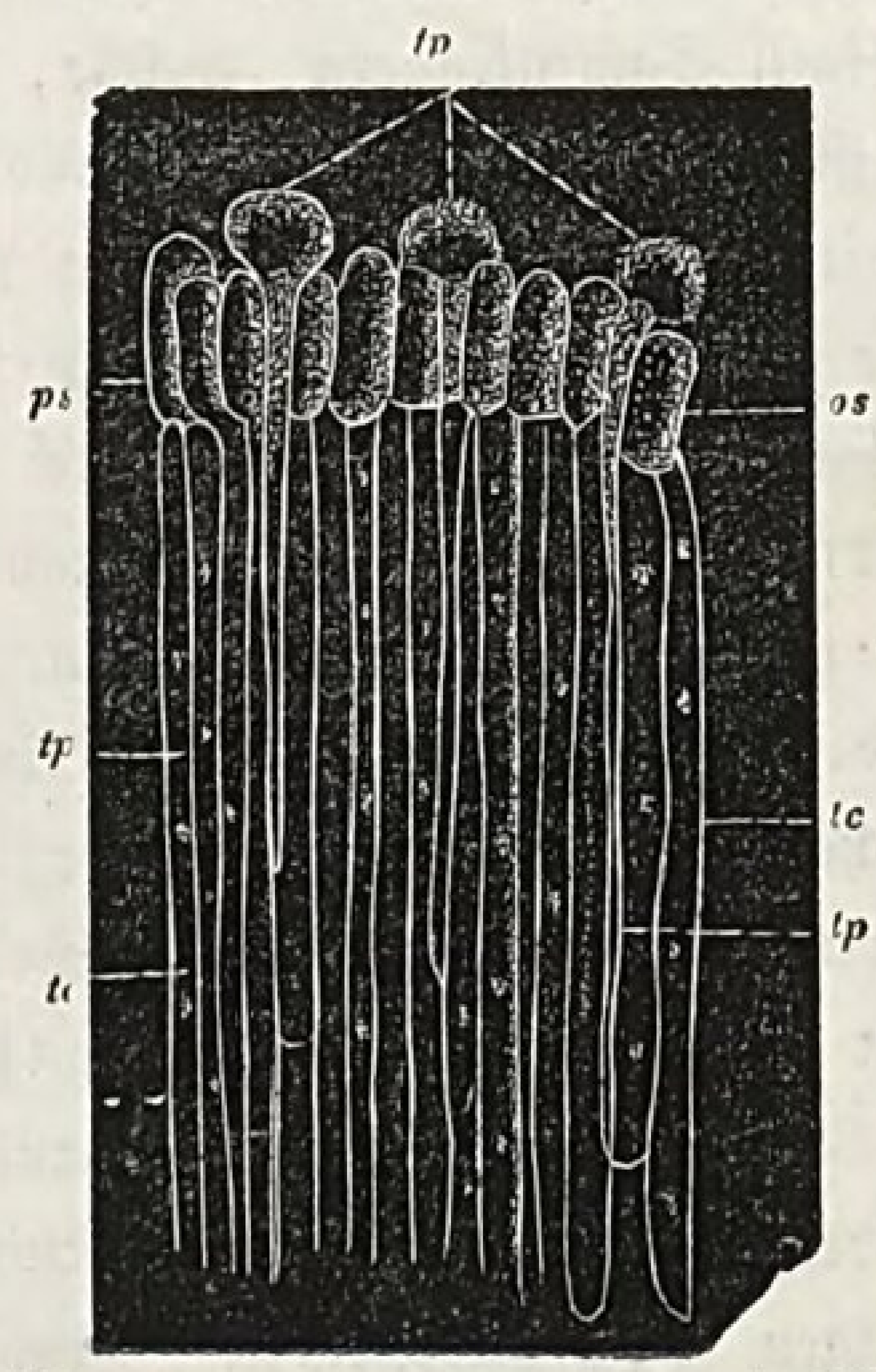


Fig. 558. Vergrößerte Darstellung eines Theiles der Narbe des Gartenlöwenmaules (Antirrhinum majus), im Augenblicke der Befruchtung der Länge nach durchschnitten. *

* *ps* Oberflächliche, die Papillen der Narbe bildende Drüsenzellen; *tc* langgestreckte Zellen des leitenden Gewebes; *gp* Pollenzellen, auf der Narbenfläche liegend; *tp* die von denselben ausgestreckten Pollenschläuche, in der Verlängerung begriffen.

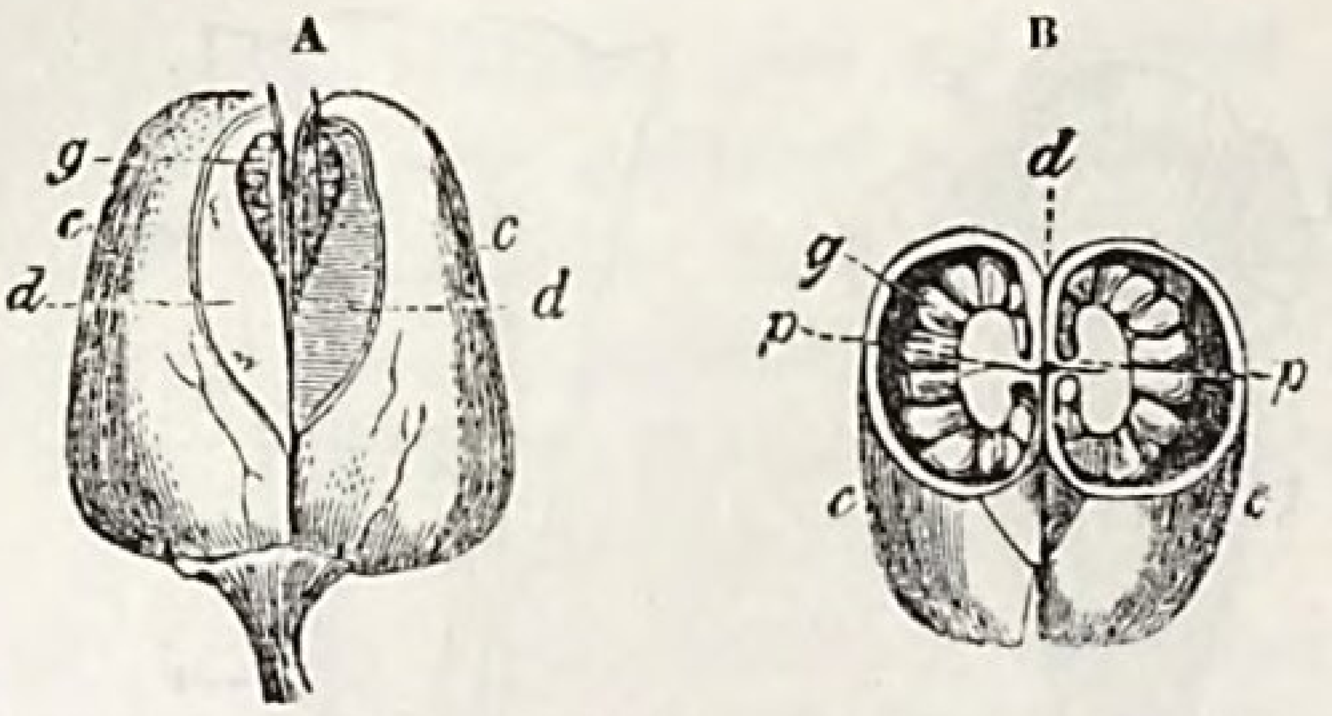


Fig. 559. Die Kapselfrucht des purpurnen Fingerhutes (Digitalis purpurea); doppelte Größe. *

* A Die reife Kapsel, im Begriffe, sich zu spalten; *cc* die beiden Fächer; *dd* die sich trennenden Scheidewände; *g* Samenkörner an den sich trennenden Samenträgern.

B Die Kapsel horizontal durchschnitten; *cc* die beiden Fächer; *dd* Scheidewände, von den eingeschlagenen Rändern der Karpelle gebildet; *pp* die Samenträger, deren jeder in der Achsel eines Karpelles steht; mit den Samenkörnern *g*.

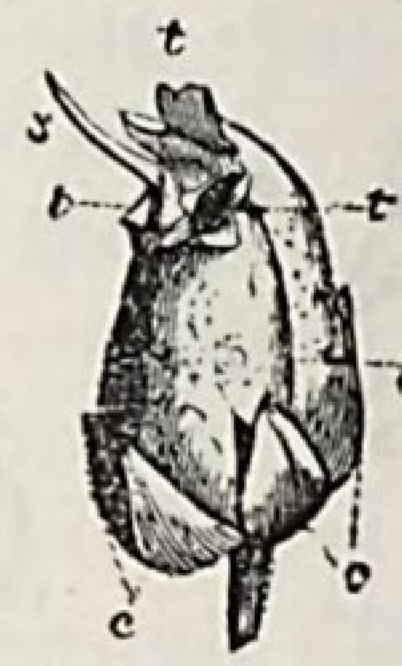


Fig. 560. Die Fruchtkapsel des Gartenlöwenmaules (Antirrhinum majus). *

cc Die bleibenden Kelchblättchen; *p* Fruchtkapsel; *s* Ueberrest des Griffels; *ttt* drei Löcher, von denen eins dem einen Fache, zwei dagegen dem andern Fache angehören.



Fig. 561.
Ein Drüsenhaar von dem Blüthenstiele des Gartenlöwenmaules (Antirrhinum majus), vergrößert. *

* *e* Zellen der Epidermis.

vereinigten Blattorganen entsprechen. So beim Löwenmaule, wo die Kapselfächer sich nicht trennen, sondern am Gipfel durch regelmäßige kleine Oeffnungen den Samen ausschütten, und wo das eine Fach stets zwei solcher Oeffnungen bekommt (Fig. 560). Die Stellung der beiden Kapselklappen gibt stets ein entschiedenes Merkmal zur Unterscheidung der Früchte der Larvenblümler von allen verwandten Familien, indem man hier nie die eine Klappe rechts, die andere links stehend findet, sondern immer die eine gegen die Hauptaxe des Blüthenstandes gerichtet, die andere von derselben abgewandt und bei der seitlichen Richtung der einzelnen Blüthen meistens die eine als die obere, die andere als die untere erscheint. Die **Samen** stehen an zweien achselständigen Samenträgern, welche, da die Blüthenaxe zwischen ihnen nicht verlängert ist, sich unmittelbar berühren und erst bei der Fruchtreife trennen. Neben der Aehnlichkeit der Blüthenform ähneln manche Larvenblümler den Labiaten auch durch die bunte Färbung der Deckblätter des Blüthenstandes. Bei den **Wachtelweizen** (Melampyrum), deren mehrere Arten im mittleren Europa auf Wiesen und in Wäldern gemein sind, findet man sie bald schön purpurfarbig, bald herrlich dunkelblau und dabei theilweise grün. — Die Blätter der Larvenblümler sind sehr verschieden, meistens aber, durch eine überwiegende Ausdehnung der Parenchymflächen zwischen den ausgezeichnet netzförmig verästelten Adern **runzlig** und dabei mit Haaren besetzt, welche beim Wollkraute einen wollenähnlichen Ueberzug darstellen. Nicht selten finden sich **Drüsenhaare**; sehr eigenthümlich geformte kann man an den Blüthenstielen des Löwenmaules beobachten; sie sind aus einer Reihe von Zellen gebildet, deren äußerste ein eiförmiges Köpfchen darstellt (Fig. 561) und einen klebrigen Saft aussondert. Einige Larvenblümler beurkunden ihre nahe Verwandtschaft mit den Solaneen auch durch narkotische **Gifte**, welche sie enthalten und deren Wirkungen denen der Solaneen ganz ähnlich sind. So die Fingerhute, welche deßhalb in arzneilichem Gebrauche stehen und ihre Wirkung zunächst in einer auffallenden Verzögerung des Blutumlaufes äußern.

Die etwa anderthalbtausend Gattungen der Scrophularineen sind über die ganze

Erde verbreitet; jedoch die schönsten Blüthen findet man bei denjenigen der wärmeren Länder. Die Calceolarien oder Pantoffelblumen bieten eins der ausgezeichnetsten Beispiele zahlloser, durch die Cultur erzeugter Varietäten.

Die kleine Familie der Lentibularien (Lentibulariæ), welche der vorigen sehr nahe steht, enthält meistens tropische, wasserliebende Pflanzen. Bei uns wachsen außer dem Fettkraute (Pinguicula vulgaris) mit veilchenähnlicher Blüthe, die Wasserschlauchkräuter (Utricularia), deren Blüthen denen der Pantoffelblumen einigermaßen ähneln, und deren Blätter nur aus vielfach gabelig oder fiederig getheilten, von Parenchym und Oberhaut umschlossenen Gefäßbündeln bestehen, zwischen welchen die parenchymatischen Ausbreitungen gänzlich fehlen. Dagegen bilden sich an den Gabelungspunkten häufig innerliche Höhlungen, indem irgend eine noch nicht näher untersuchte Gasart innerhalb des Zellgewebes ausgesondert wird, und letzteres blasen- oder schlauchartig auseinander bläht. Diese Gasansammlungen heben das auf dem Grunde des Wassers wachsende Pflänzchen zur Blüthezeit empor, so daß der Blüthenstand über die Oberfläche hervorragt und die Befruchtung ungefährdet vom Wasser vor sich gehen kann. Das eingeschlossene Gas entweicht sodann durch eine Oeffnung der Blasen, und die Pflanze sinkt wieder hinab, um unter dem Wasser ihren Samen zu reifen.

Elfte Ordnung.

Die Primelblüthler. Petalanthæ.

Die gemeine Primeln oder Schlüsselblumen, und die Gartenprimeln (Primula elatior) und Aurikeln (P. auricula) sind ausgezeichnete Beispiele nicht allein der Familie der Primulaceen (Primulaceæ), sondern durch die Eigenthümlichkeit ihrer Blüthen auch für mehrere andere Familien, welche dieser Uebereinstimmung wegen mit ihnen zu einer gemeinsamen Ordnung gestellt werden können, der Myrsineen (Myrsineæ), Sapoteen (Sapoteæ), Ebenaceen (Ebenaceæ) und Styraceen (Styraceæ). Bei allen diesen stehen nämlich die Staubfäden, nicht mit den Blumenkronenblättern abwechselnd, vor den Zwischenräumen oder Vereinigungslinien dieser, sondern vielmehr unmittelbar vor denselben, ja sie

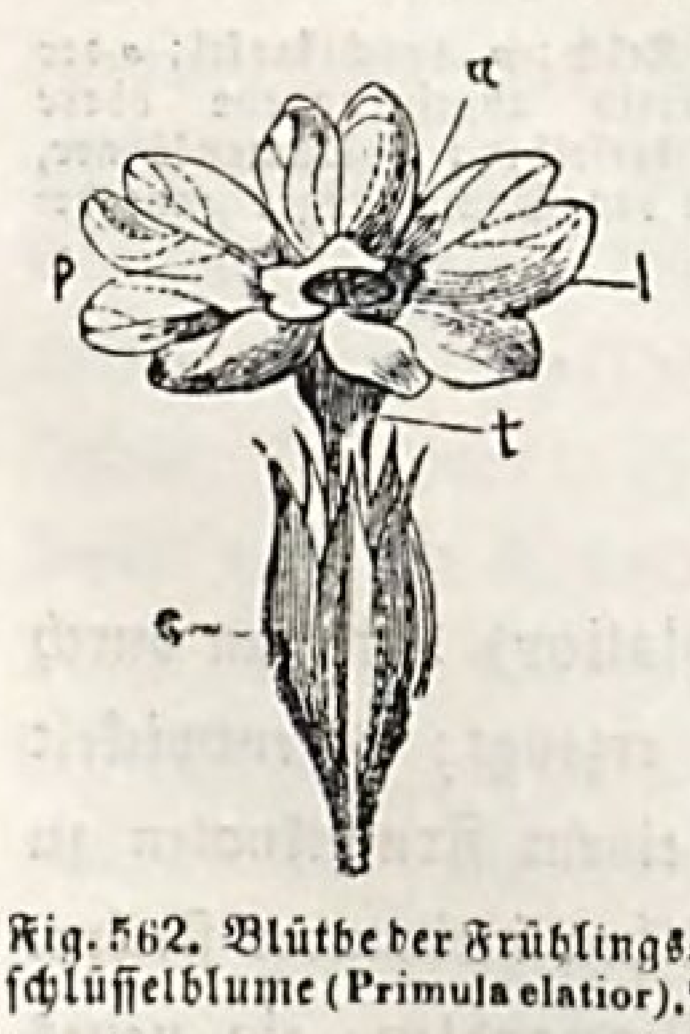


Fig. 562. Blüthe der Frühlingsschlüsselblume (Primula elatior).*

* c Kelch; p Blumenkrone; t Röhre der Kronenblätter; l die fünf Lappen der Kronenblätter; a die Antheren.



Fig. 563. Der Kelch derselben Blüthe allein.

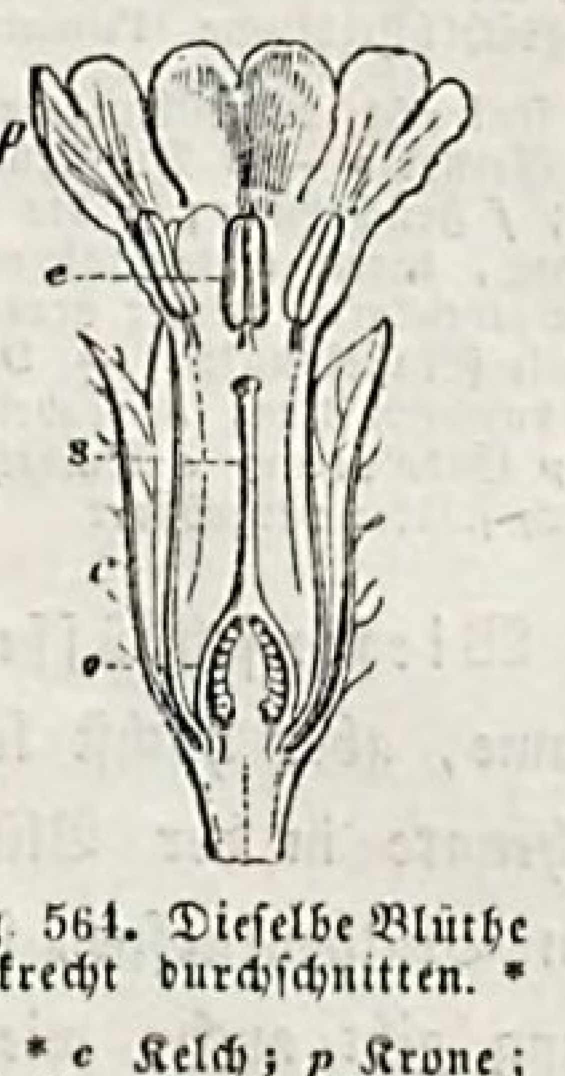


Fig. 564. Dieselbe Blüthe senkrecht durchschnitten. *

* c Kelch; p Krone; e Antheren; die Filamente sind mit den Kronenblättern verwachsen, o Fruchtknoten; s Griffel.

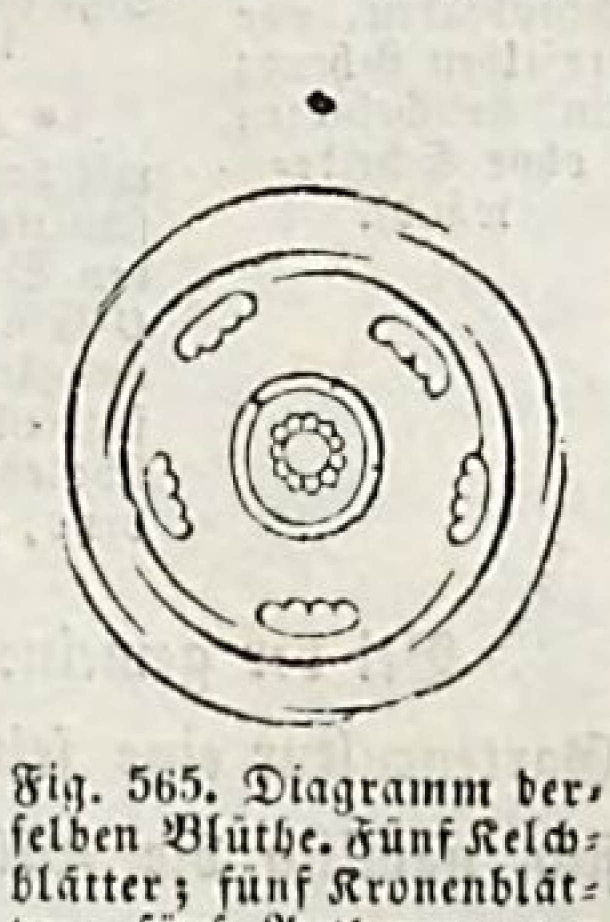


Fig. 565. Diagramm derselben Blüthe. Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; fünf Antheren, vor diesen stehend; ein Fruchtknoten ohne Scheidewände; ein Mittelsäulchen (Samenträger) mit Samenknöspchen.

sind meistens mehr oder weniger der Mittellinie derselben angewachsen (Fig. 562 bis 565). Die Erklärung dieser höchst auffallenden Erscheinung durch das Fehlschlagen eines mit den Kronenblättern wechselständigen Kreises von Blattorganen zwischen den Kronenblättern und den Staubfäden scheint hier kaum zulässig, und dennoch wird dasselbe scheinbar unterstützt durch die Erscheinung, welche man beim Pungenkraute (Samolus Valerandi) wahrnimmt, welches zur Familie der Primeln gehört. Hier stehen vor den fünf Einschnitten der Blumenkrone fünf Staminodien, verkümmerte Staubfäden! — Bei dem Milchkraute besteht die Blume nur aus einem fünftheiligen glockenförmigen Perigone, welches dem Kelche entspricht, übrigens blumenkronenartig gefärbt ist, und mit dessen fünf Spitzen die Staubfäden abwechselnd stehen (Fig. 566). — Der Fruchtknoten der Primulaceen besitzt gar keine Scheidewände (Fig. 565), indem die Karpelle, welche ihn bilden, fünf an der Zahl, nur mit ihren Rändern vereinigt sind. Die Verlängerung der Blüthenaxe steht ganz frei als Mittelsäulchen in demselben, ist meistens ein wenig angeschwollen und ganz mit Samenknospen umgeben (Fig. 567). Letztere sind stets in einer sehr eigenthümlichen Lage, nämlich so an ihrem Befestigungspunkte herabgedrängt, daß sie mit dem Mittelpunkte ihrer Seite „schildförmig" angewachsen erscheinen. Der Embryo kehrt daher hier weder die Cotyledonen, noch die Wurzelspitze dem Befestigungspunkte des Samens zu, sondern vielmehr die Mitte seiner Länge. Die Fruchtkapsel springt bei den meisten Gattungen dieser Familie drei- bis fünfklappig auf; bei dem Ackergauchheil reißt der obere Theil derselben durch einen kreisförmigen Riß von dem unteren Theile wie ein Deckel los (Fig. 568).



Fig. 566. Diagramm einer Blüthe des Meerstrandsmilchkrautes (Glaux maritima). Fünf Perigonblätter; fünf Staubfäden, vor denselben stehend; ein Fruchtknoten ohne Scheidewände.

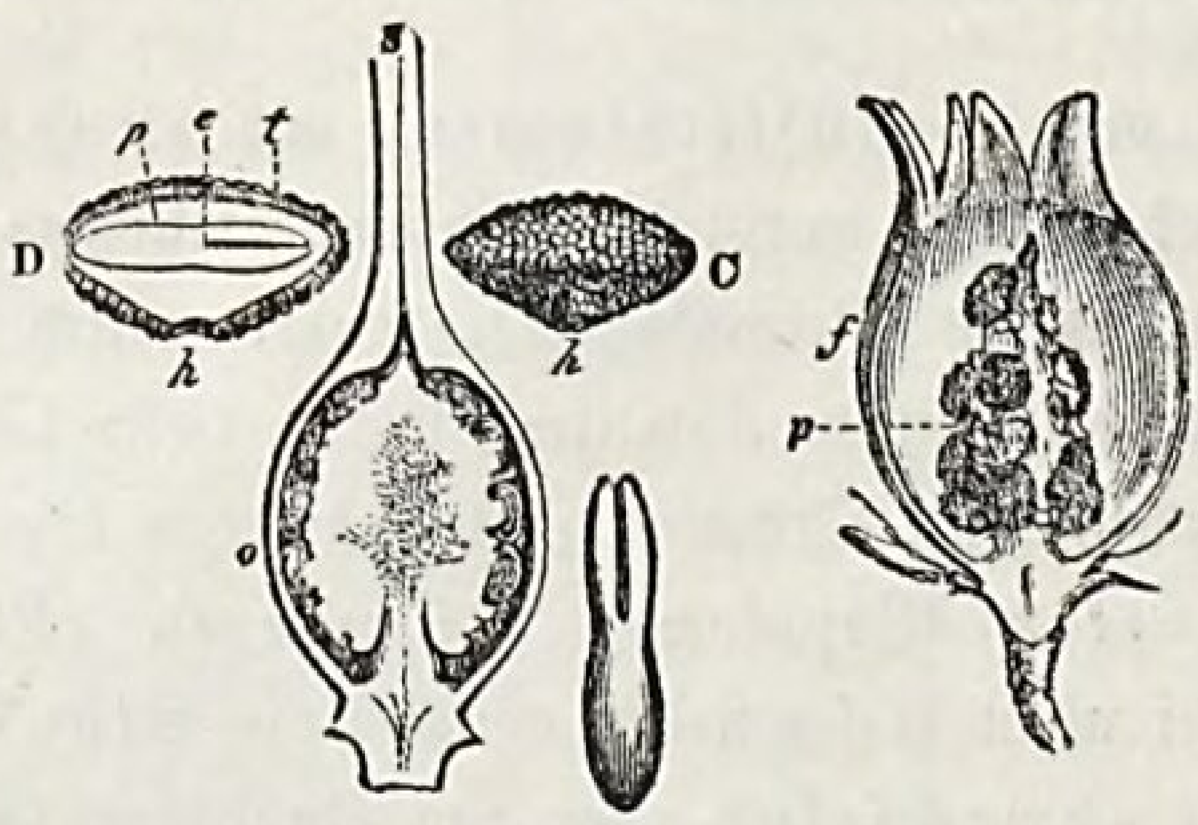


Fig. 567. Die Frucht und Samenbildung der Frühlingsschlüsselblume (Primula elatior). *

* A senkrecht durchschnittener Fruchtknoten *o*, mit dem Griffel *s*. — B Die Frucht senkrecht durchschnitten; *f* Fruchthülle; *p* der Samenträger mit den Samen, deren einige abgenommen sind. — C Ein Samenkorn, stärker vergrößert; *h* Befestigungspunkt (Nabelpunkt). — D Das Samenkorn senkrecht durchschnitten; *h* Nabelpunkt; *t* Samenschalen; *p* Endosperm; *e* Embryo. — E der Embryo, noch stärker vergrößert.

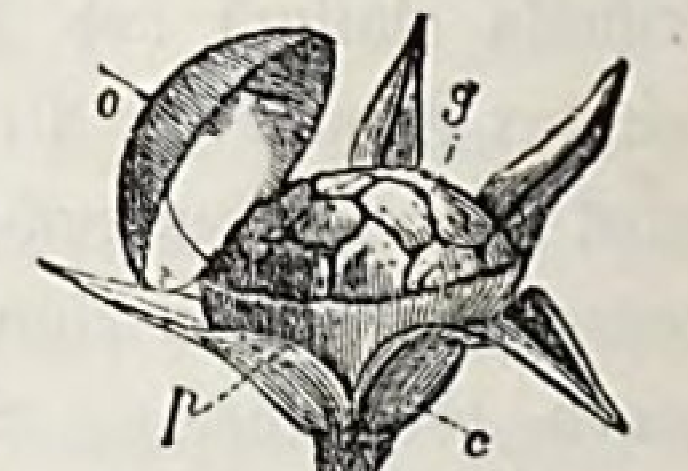


Fig. 568. Die „Büchsenfrucht" des Ackergauchheils (Anagallis arvensis), aufgesprungen, fünffach vergrößert. *

* *c* Kelch; *p* Fruchtkapsel; *o* der deckelartig abgesprungene obere Theil derselben; *g* Samenkörner, welche den Samenträger ganz bedecken.

Bei der gemeinen Wiesenschlüsselblume (Primula elatior) hat man durch Gartencultur eine seltsame, aber höchst lehrreiche Mißbildung erzeugt; es entwickelt sich nämlich die Blüthenaxe in der Blüthe oft, anstatt in einem Fruchtknoten zu endigen, zu einer neuen Blüthenknospe, so daß dann zwei Blüthen ineinander stecken. Dieselbe Pflanzengattung gibt auch, wie alle ihre nächsten Verwandten, ein neues Beispiel des Wuchses krautiger und doch mehrjähriger — „perennirender" — Gewächse, welche nicht im Stande sein würden, sich den Winter hindurch zu er-

halten, wenn sie ihre krautigen Axen über den Boden erhöben. Der eigentliche Stamm bleibt daher ganz kurz und unterirdisch, und die Blätter stehen in einer Rosette innig zusammengedrängt, so daß sie gewöhnlich Wurzelblätter genannt werden. Ein ganz blätterloser Zweig oder Schaft ist es, welcher allein die Blüthen über den Boden emporträgt; derselbe geht nach der Samenreife wieder ein. Bei den Aurikeln ist die unterirdische Axe sehr entwickelt, dringt tief in den Boden ein und verzweigt sich, und ist durch zahlreiche Adventivwurzeln einer vielfachen Zertheilung fähig, durch welche man diese Pflanzen am gewöhnlichsten zu vermehren pflegt. — Die Erdscheibenpflanze (Cyclamen europaeum) besitzt eine der seltsamsten Formen des perennirenden Axenorganes. Dasselbe nimmt hier nämlich durch starke Verdickung, bei völlig mangelnder Längenzunahme, die Form eines platten, scheibenförmigen Kuchens an, welcher, wie die Kartoffeln, genießbar ist. — Die gemeine Lysimachia zeigt in einem hohen Grade von Regelmäßigkeit die Stellung der Blätter in dreizähligen Quirlen, deren Blätter in je zwei aufeinander folgenden Quirlen in der Richtung stets abwechseln (Fig. 569). Diese letztere Pflanze besitzt an ihren Blüthenstielen Drüsenhaare von ähnlicher Bildung, wie diejenigen des Löwenmaules, aber mit doppelter Drüsenzelle auf dem Gipfel (Fig. 570).

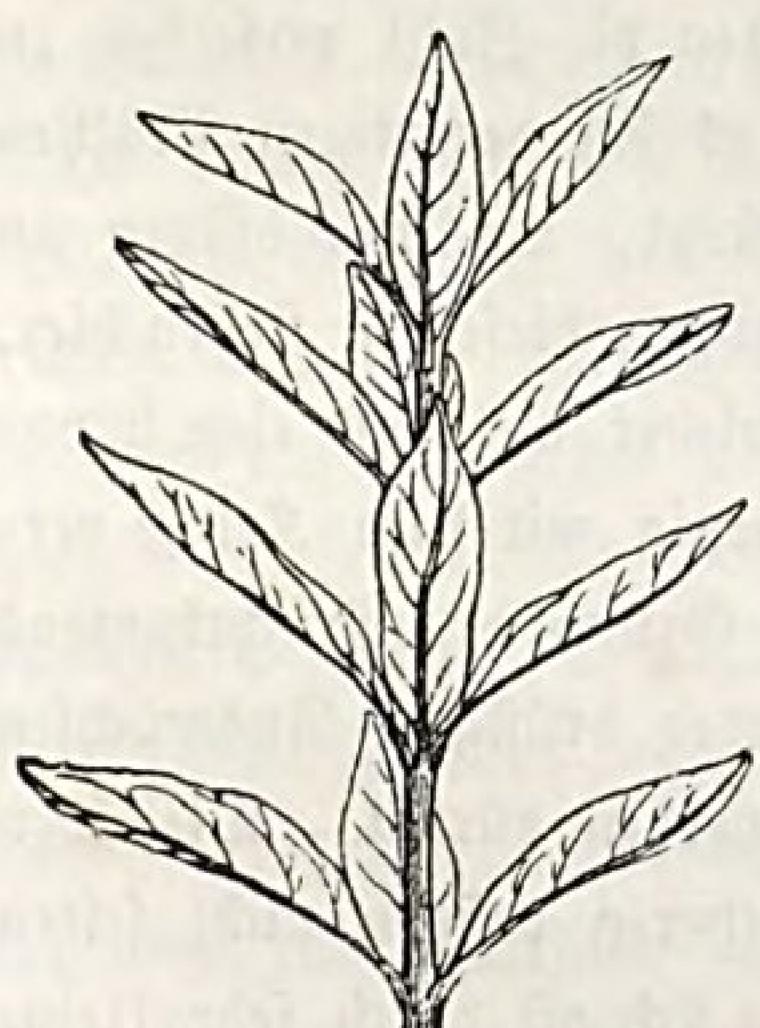


Fig. 569. Ein Abschnitt des Stengels der gemeinen Lysimachie (Lysimachia vulgaris) mit dreizähligen Quirlen in genau abwechselnder Stellung.

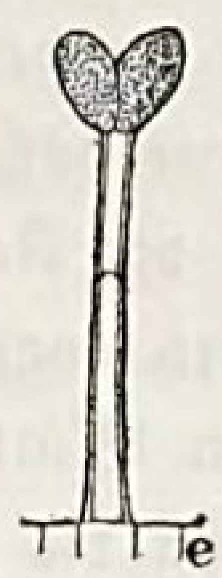


Fig. 570. Ein Drüsenhaar vom Blüthenstiele der gemeinen Lysimachie; e Oberhaut; das Haar besteht aus zwei langgestreckten Zellen und zweien eiförmigen Drüsenzellen auf dem Gipfel.

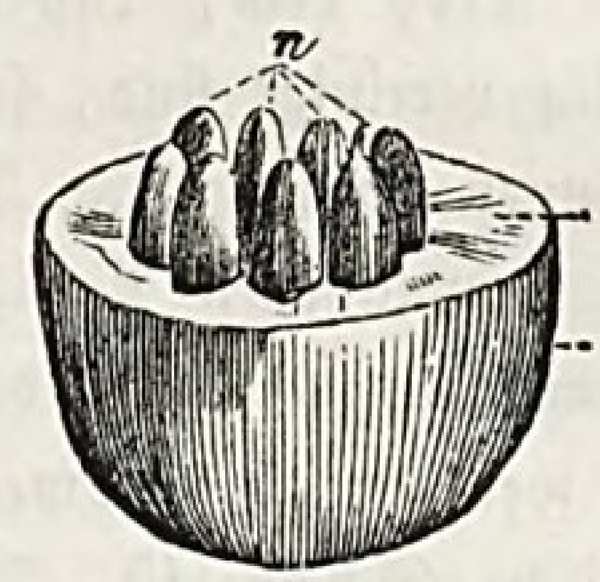


Fig. 571. Die Frucht des Sapotillbaumes (Achras sapota), deren Fruchtfleisch man durch einen Horizontalschnitt so abgelöst hat, daß die Samen n zur Hälfte sichtbar geworden sind; g Frucht; e Fruchtfleisch.

Die meisten Familien der Primelblüthler sind tropisch oder doch nur bis in die wärmsten Länder der gemäßigten Zone verbreitet, und die zu denselben gehörigen Gewächse haben eine ganz andere Tracht, als die Primulaceen, die einzigen, welche bei uns einheimisch sind. Jene sind Sträucher oder bedeutende Bäume. Zu den Ebenaceen gehören diejenigen Bäume, deren schwarzes Kernholz unter dem Namen Ebenholz aus Ostindien zu uns kommt (Diospyrus ebenum und D. melanoxylon). Das Splintholz dieser Bäume ist ganz weiß. Ein nahe verwandter Baum (D. lotus), welcher in Nordafrika und selbst in Südeuropa angetroffen wird, liefert treffliche Früchte, Lotosbirnen genannt, ähnlich den Sapotiläpfeln (Fig. 571), welche von einem Baume aus der Familie der Sapoteen herrühren. Die fleischige und zu einem Fruchtbrei aufgelöste innere Schicht der Karpelle ist der genießbare Theil dieser Früchte. Der Milchsaft einer baumartigen Sapotee aus dem Geschlechte der Bassien (Bassia), Tuban genannt, in Singapore, Borneo und Malacca außerordentlich häufig, liefert eingetrocknet die neuerdings so wichtig gewordene Gutta-Percha. — Die Familie der Styraceen enthält den südeuropäischen Storarbaum (Styrax officinalis), aus welchem ein duftendes Gummiharz, der Storax, ge-

wonnen wird, sowie den Benzoebaum (Benzoin officinale), welcher das auf den Apotheken gebräuchliche Benzoe, eine dem Bernsteine nicht unähnliche Mischung von Benzoesäure ($C^{14}\ H^5\ O^3 + HO$) und Benzoeharz erzeugt.

Zwölfte Ordnung.

Die Heiden. Ericineæ.

Die Familien der gemeinen Heiden oder Ericeen (Ericeæ) und der Bergheiden oder Epacrideen (Epacrideæ), der Preißeln (Vaccinieæ) und Ohnblattgewächse (Monotropeæ) bilden eine den Primelblüthlern nahe verwandte Ordnung. Die Steppenheide (Calluna vulgaris) ist eine sehr allgemein bekannte Pflanze der ersteren Familie, welche nahe an tausend sämmtlich immergrüne Arten enthält, von denen jedoch etwa ⁷/₈ dem südlichen Afrika allein angehören, während andere sich durch beide gemäßigte Zonen und die nördlichen kalten Gegenden verbreiten. Die Epacrideen gehören fast ganz ausschließlich Neuholland und den benachbarten Inseln an.

Trotz dem, daß die Kelchblätter und die Kronenblätter auch bei den Heiden völlig vereinigt sind, so daß man nur an den freien Spitzen die Zahl derselben zu erkennen vermag (Fig. 572), so sind hier doch nicht, wie es bei derartigen Blüthen mit verwachsenen Perigonquirlen stets der Fall zu sein pflegt, die Staubfäden an ihrem unteren Theile den Kronenblättern angewachsen, sondern dieselben stehen hier, mit wenigen Ausnahmen, frei auf dem Blüthenboden, welcher meistens eine hypogynische Scheibe ist. Dagegen ist häufig die Krone ein wenig mit dem Kelche verwachsen, so daß sie auf demselben zu stehen scheint. Der Grund des Fruchtknotens ist bei vielen Gattungen mit einem drüsigen Ringwulste oder drüsigen Auswüchsen umgeben, welche als verkümmerte Staubfäden angesehen werden dürfen. Dieselben sondern Honigsaft aus und sind also Nektarien. Die Antheren besitzen nicht selten seltsame Auswüchse, wie Hörnchen u. s. w. Dieselben öffnen sich oft durch sehr kleine Löcher in der Nähe des Connektivs (Fig. 573, a — d). Der Fruchtknoten hat bei diesen Gewächsen stets Scheidewände. Derselbe trägt nur einen Griffel (Fig. 574).

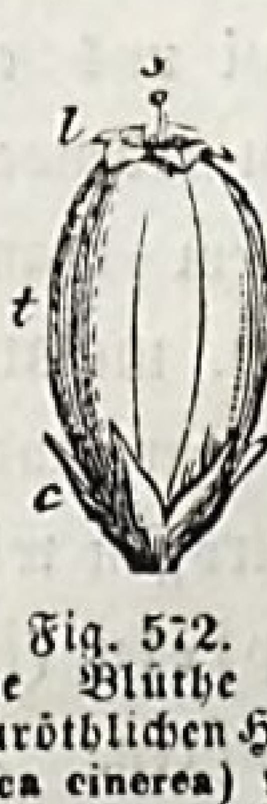


Fig. 572. Eine Blüthe der grauröthlichen Heide (Erica cinerea) vom Cap der guten Hoffnung, doppelte Größe. *

* c Kelch; t krugförmig aufgeblasener Theil der Blumenkrone; l die freien Spitzen der Kronenblätter; s Narbe des Griffels.

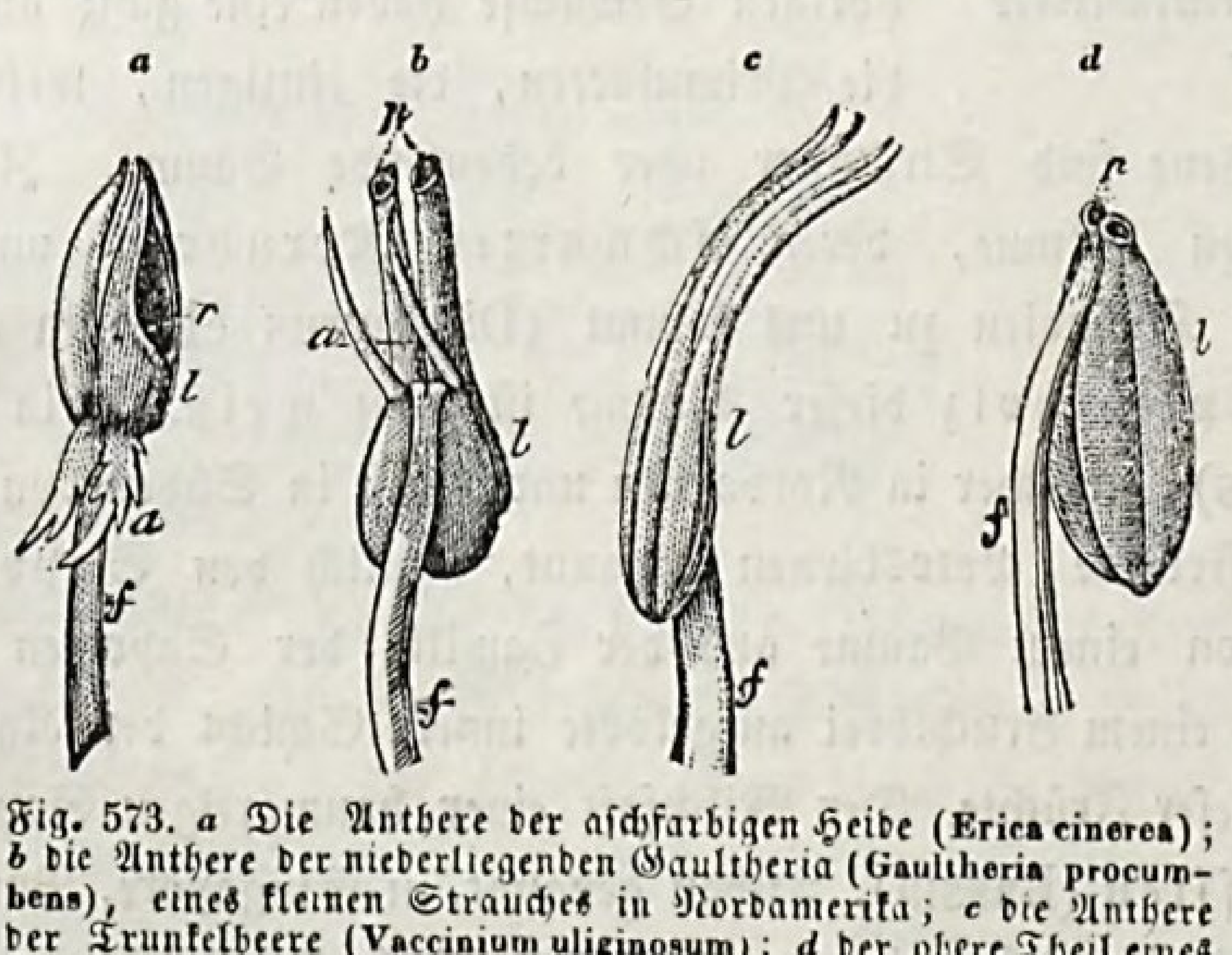


Fig. 573. a Die Anthere der aschfarbigen Heide (Erica cinerea); b die Anthere der niederliegenden Gaultheria (Gaultheria procumbens), eines kleinen Strauches in Nordamerika; c die Anthere der Trunkelbeere (Vaccinium uliginosum); d der obere Theil eines Staubfadens vom rundblätterigen Wintergrun (Pyrola rotundifolia), vergrößert; f Filament; l Antherenfächer; p die lochförmigen Oeffnungen zur Ausschüttung des Pollen; r Spalten der Antherenfächer; a Anwüchse der Antheren.



Fig. 574. Der obere Theil des Griffels eines Sandbeerenstrauches (Arbutus andrachne), vergrößert. *

* t Griffel; s schildförmig ausgebreitete Narbe.

Bei vielen Ericeen bleibt die spreuartig hautige Blumenkrone nach der Befruchtung bis zur Fruchtreife und selbst noch über diese hinaus in fast unverändertem Zustande erhalten. Zu der nämlichen Familie gehören auch die herrlichen Rhododendren oder Alpenrosen (Rhododendron), welche nur auf den höheren Alpen wachsen und diese durch ihre schönen Blüthen schmücken, sowie das Wintergrün (Pyrola) in unseren Wäldern. Von großer Wichtigkeit sind für manche kältere Gegenden die schwarzblauen Heidelbeeren oder Bickbeeren von der gemeinen Preißelpflanze (Vaccinium myrtillus), sowie die hochrothen, Citronensäure enthaltenden Kronsbeeren, letztere von der immergrünen Preißelpflanze (Vaccinium vitis idæa). Die Ohnblattpflanze (Monotropa hypopitys), welche sich, wie die Epacrideen, durch einfächerige Antheren in dieser Familie auszeichnet, ist eine der merkwürdigsten Schmarotzerpflanzen. Sie wächst auf dem Moder der halbverwesten Blätter in Nadel- und Laubwäldern, und besitzt ganz das Ansehen und die Tracht der Orobancheen.

Nicht leicht möchte eine Pflanze zu nennen sein, welche in höherem Grade den Namen einer socialen (geselligen) Pflanze verdiente, als die gemeine Steppenheide. In ungeheurer Ausdehnung bekleidet dieselbe viele Gegenden, welche der Cultur noch nicht unterworfen worden sind, besonders die großen Steppen des nördlichen Deutschlands, welche mit dieser Pflanze den gleichen Namen haben, wie die Lüneburger Heide. So weit das Auge reicht, bietet sich oft keine Spur eines anderen Gewächses demselben dar; Alles ist mit dem niedrigen, zähholzigen, vielästigen Gesträuche bedeckt, dessen geringe Blättchen nicht im Stande sind, durch ihr Grün die braunrothe Färbung der übrigen Pflanzentheile zu verhüllen, durch welche jene Landschaften ein so düsteres Bild gewähren. Aber im Sommer, wenn die tausend rothen Blüthen an jedem Sträuchlein alle Zweige bedecken, dann verbreitet sich ein herrlicher Rosenschimmer über die unabsehbaren, wellighügeligen Steppen. Im Winter finden dort die genügsamen Heidschnucken, grobwollige Schafe, ihre karge Nahrung; im Sommer summen tausend Bienenschwärme, um den Honig, das edelste Produkt jener Landschaften, zu sammeln, welcher in diesen zahllosen Blümchen in so reichlicher Menge erzeugt wird.

Dreizehnte Ordnung.

Die Schildträger. Discanthæ.

Die Familie der Doldenpflanzen, der Araliaceen, der Reben und der Misteln, sind durch Eigenthümlichkeiten der Blüthen mit einander verwandt, indem bei allen dahin gehörigen Pflanzen fehlgeschlagene Blüthenorgane mit den vereinigten Theilen der entwickelten Organe zusammen einen schildförmigen drüsigen Körper bilden, auf welchem mehr oder weniger die freien Theile der Blüthenorgane, insbesondere die Staubfäden, befestigt erscheinen. Uebrigens ist die Tracht der genannten Familie so abweichend, daß ihre Vereinigung zu einer Ordnung wenig Werth besitzt.

Die Familie der Doldenpflanzen (Umbelliferæ) ist eine der ausgezeichnetsten natürlichen Gruppen des Pflanzenreiches; bei keiner anderen Familie sind alle wesentlichen Verhältnisse so übereinstimmend, wie bei dieser, welche für uns um so

wichtiger ist, als dieselbe nicht allein viele theils gefährliche, theils sehr nützliche Gattungen enthält, sondern auch durch ihre Häufigkeit und Verbreitung für die kälteren gemäßigten Gegenden Europa's vorzugsweise charakteristisch ist. Der Name dieser Familie ist entlehnt von ihrem Blüthenstande (Fig. 575), der **Dolde** oder dem

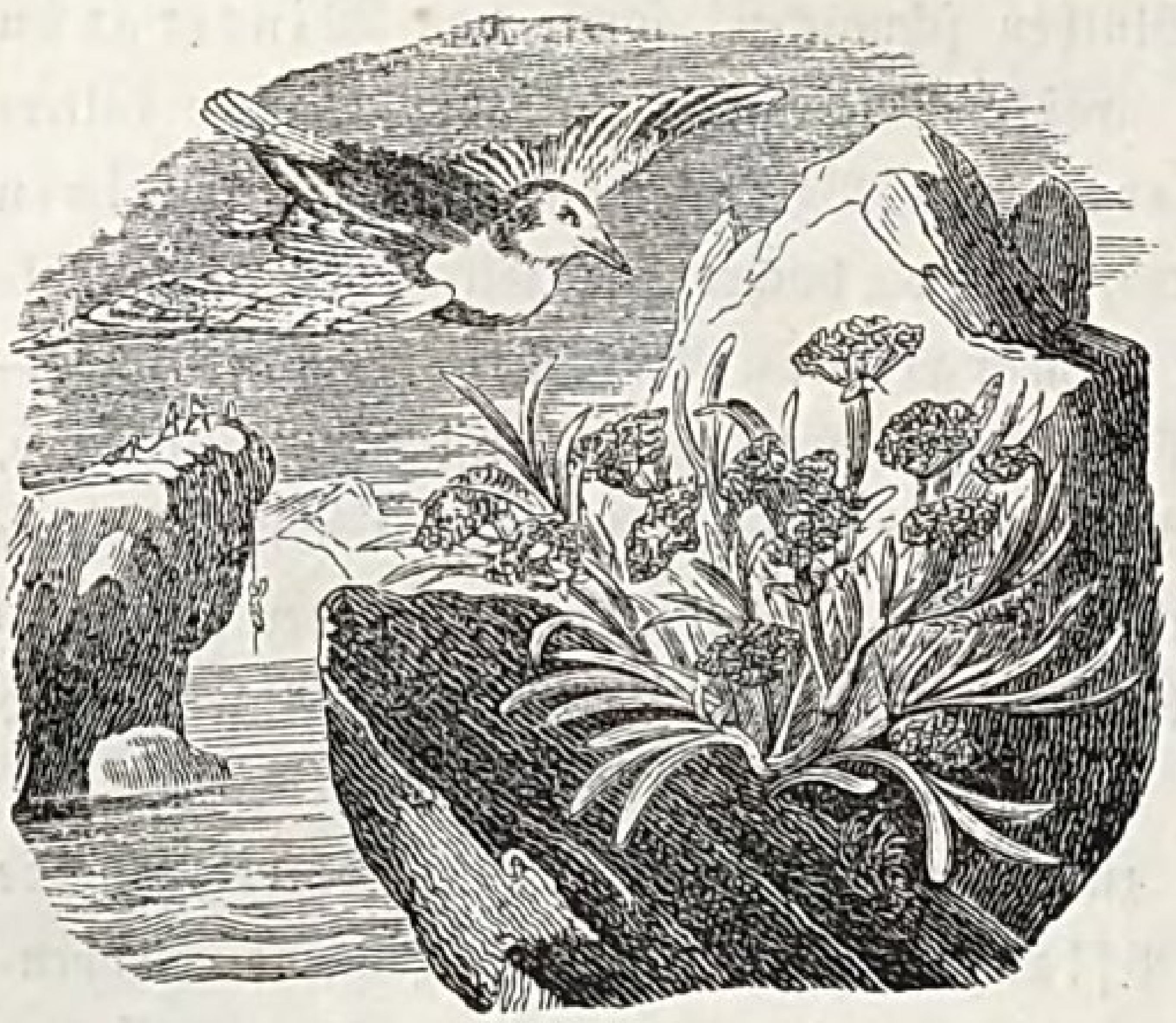


Fig. 575. Der Meerfenchel (Crithmum maritimum).



Fig. 576. Die zusammengesetzte Dolde der gemeinen Mohrrübe oder Karotte (Daucus carota). *

* a' Hauptaxe des Blüthenstandes, den Doldenstiel bildend; a'' Nebenaxen ersten Grades, welche die Döldchenstiele bilden; o'' Döldchen; a''' Nebenaxen zweiten Grades, welche die Blüthenstiele bilden; i' die Doldenhülle; i'' die Döldchenhülle.

Blüthenschirme (umbella). Dieser Blüthenstand besitzt eine Hauptaxe, welche von dem Punkte an, aus welchem die erste Nebenaxe entspringt, durchaus nicht mehr verlängert ist, so daß die sehr zahlreichen Nebenaxen sämmtlich aus dem Ende der Hauptaxe hervorzukommen scheinen und die spiralig angeordneten Deckblättchen, in deren Achseln sie stehen, eine Art von Rosette bilden. Dabei sind die Nebenaxen, welche unmittelbar die Blüthen tragen, entweder ziemlich von gleicher Länge, so daß die Dolde kugelig oder köpfchenartig erscheint, oder die älteren, auf dem äußersten Umgange der Spirale stehenden, sind länger, als die jüngeren, welche letztere allmählig immer kürzer geblieben sind, so daß die auf den innersten Umgängen der Spirale stehenden die kürzesten sind, wobei dann die Blüthen selbst alle in einer schwach gewölbten oder in einer völlig ebenen Fläche stehen. Bei den meisten Doldenpflanzen ist die Dolde nicht eine solche einfache, sondern eine zusammengesetzte; die Nebenaxen der Hauptaxe des Blüthenstandes bilden eine Dolde, welche zunächst nicht aus einzelnen Blüthen, sondern vielmehr wieder aus Döldchen besteht, indem diese Nebenaxen ersten Grades ganz in derselben Weise, wie bei der einfachen Dolde, die Hauptaxe, an dem Punkte, mit welchem sie aufhören, sich zu verlängern, zahlreiche Nebenaxen zweiten Grades tragen, welche die eigentlichen Blüthenstiele sind (Fig. 576). Die Deckblättchen bilden unter jeder Dolde und unter jedem Döldchen eine Hülle. Bei den einzelnen Blüthen eines solchen Blüthenstandes bemerkt man meistens eine ausgezeichnetere Entwicklung der Kronenblätter derjenigen Blüthen, welche dem äußersten Rande eines Döldchens angehören, sowie besonders derjenigen, welche den äußersten Umfang der zusammengesetzten Dolde einnehmen. Ja, diese Blüthen sind gewöhnlich höchst unregelmäßig gebaut, indem die auswärts gerichteten Blättchen viel größer sind als die gegen das Centrum der Dolde gerichteten. Obendrein sind die Randblüthen häufig nur

eingeschlechtig — Verhältnisse, welche sämmtlich im höchsten Grade an die Blüthenkörbchen der Kardenträger erinnern, welche man als Dolden mit sehr kurzen und zu einem gemeinsamen Boden verwachsenen Blüthenstielen betrachten könnte.

Als ein zweckmäßiges Beispiel zur Erläuterung des Baues der einzelnen Blüthen der Umbelliferen kann die Moorrübe dienen (Fig. 577 — 579). Die Staubfäden, Kronen- und Kelchblätter sind sämmtlich dem Fruchtknoten angewachsen, auf dessen Gipfel dieselben eine epigynische Scheibe (discus) umschließen, auf welcher die Kronenblätter und Staubfäden nebst den beiden kurzen Griffeln zu stehen scheinen. Die Kelchblätter endigen in fünf, oft kaum bemerkbare Spitzen. Die Kronenblätter, deren ebenfalls fünf sind, ragen deutlicher hervor und werden in den botanischen Schriften meistens als völlig getrennte Blätter beschrieben, indem man es übersieht, daß ihr unterer Theil in der Umgebung des Fruchtknotens mit verwachsen ist. Dieselben breiten sich an ihrem Ende aus und sind oft von der Spitze her in der Mittellinie eingeschnitten oder mit einer tiefen, einwärtsgeschlagenen Falte versehen (Fig. 580), welche bei vielen Gattungen durch ungleiche Ausbildung der Seitenhälften schief erscheint (Fig. 577). In der Knospenlage liegen die Kronenblätter klappig, wobei sie oft dachziegelig übereinander greifen. Der Staubfäden, welche in der Knospenlage einwärts gekrümmt liegen, sind ebenfalls fünf; der innerste Theil der Blüthenorgane erscheint dagegen unvollständig, indem die vereinigten Karpelle nur zwei Fruchtknotenfächer bilden und nur in zwei Griffelchen auslaufen. Es scheint, daß die epigynische Scheibe, welche diese Griffel umgibt, durch Blüthenorgane gebildet werde, welche nicht ihre völlige Entwicklung erreichen, seien es nun die fehlgeschlagenen Griffel der übrigen Karpelle, oder sei es ein fehlgeschlagener zweiter Kreis von Staubfäden. Damit stimmt überein die Beschaffenheit dieses Gebildes, indem die ganze

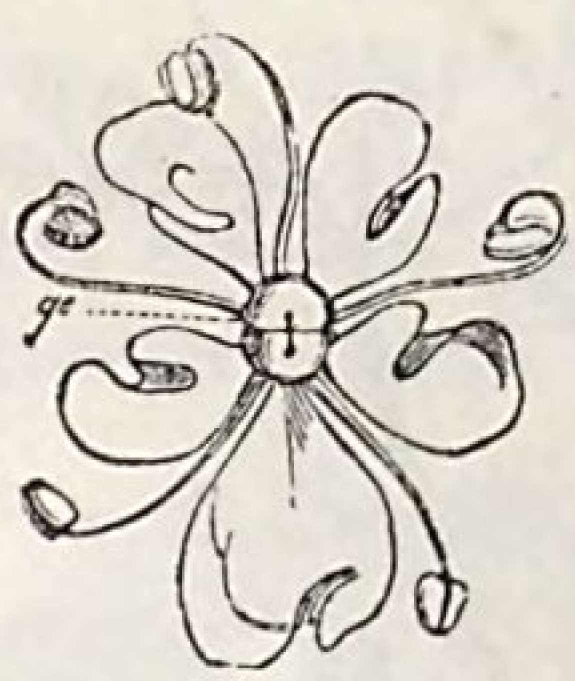


Fig. 577. Eine Blüthe der gemeinen Moorrübe (Daucus carota), von oben gesehen, zehnfach vergrößert. *

* Fünf schief eingefaltete Blumenkronenblätter; *ge* epigynische Scheibe, mit einer Mittelfurche und zweien Griffeln.

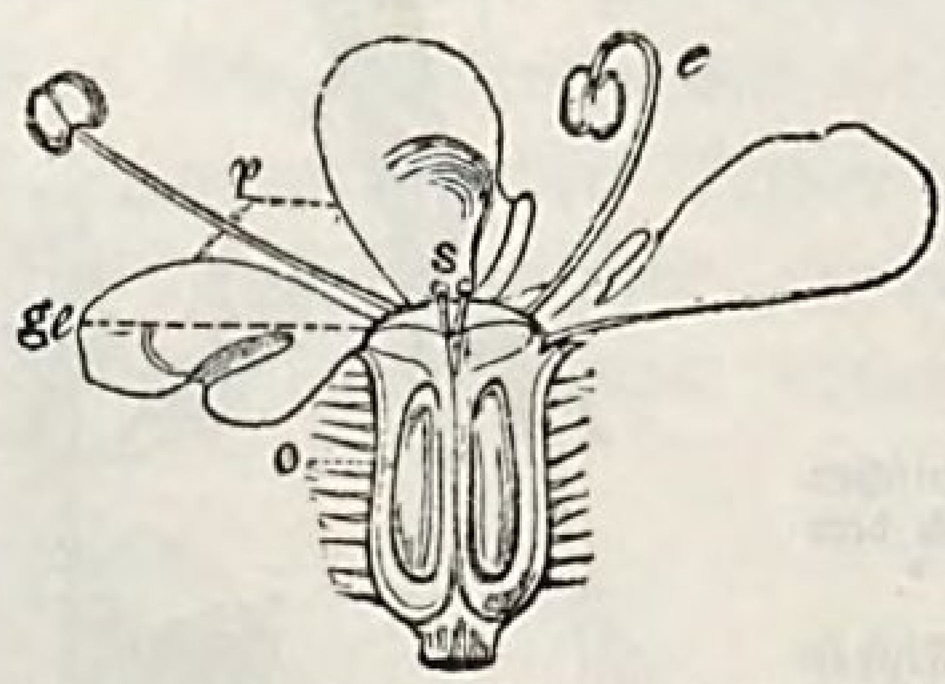


Fig. 578. Dieselbe Blüthe senkrecht durchschnitten. *

* *o* Fruchtknoten, worin zwei hangende Samenknöspchen; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *ge* epigynische Scheibe; *s* die Griffel mit kopfförmigen Narben.

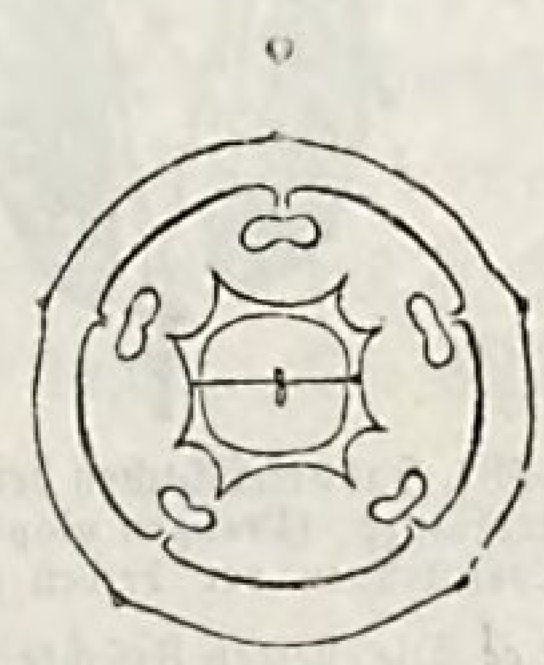


Fig. 579. Diagramm der nämlichen Blüthe. Fünf Kelchblätter, zusammengewachsen; fünf Kronenblätter; fünf Staubfäden; ein doppelter Fruchtknoten, mit zweien Fächern und zweien Griffeln.

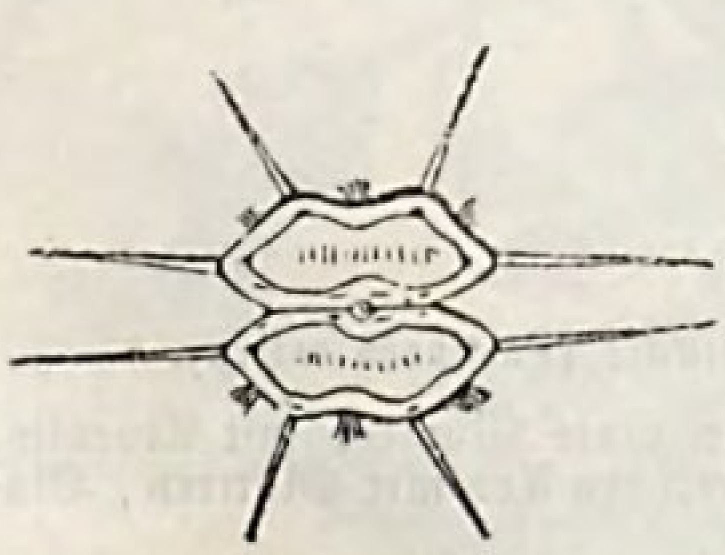


Fig. 582. Die nämliche Frucht horizontal durchschnitten, um die zwei Fächer und die Naht, sowie die stacheligen Rippen zu zeigen.

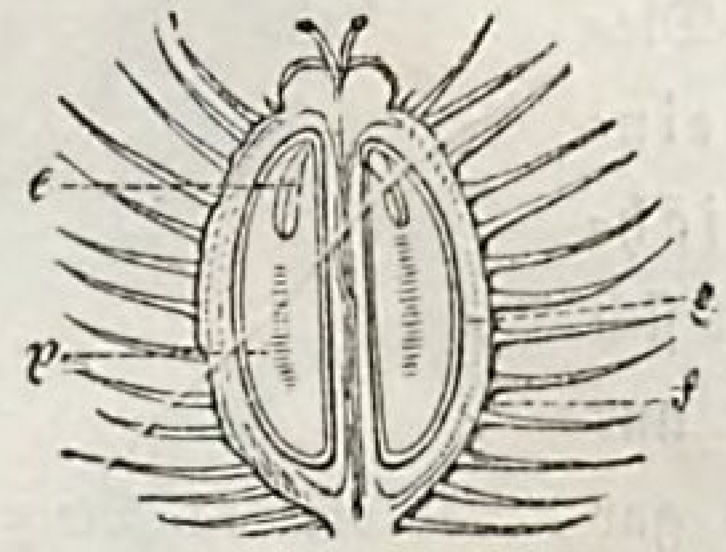


Fig. 581. Eine reifende Frucht der gemeinen Moorrübe, senkrecht durchschnitten; vergrößert. *

* *f* Fruchtdecke, äußerlich auf den Rippen mit Stachelhaaren besetzt; *g* Samen; *p* Endosperm; *e* Embryo.

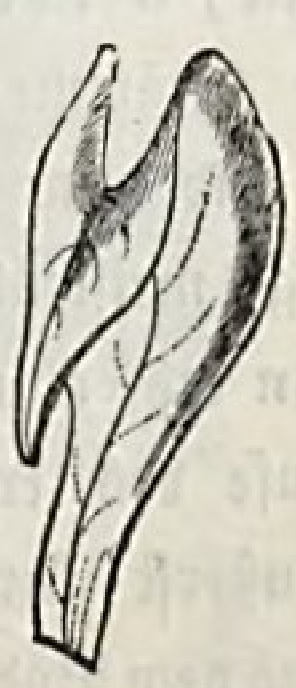


Fig 580. Der freie Theil eines Kronenblattes von der Blüthe der Feldmannstreu (Eryngium campestre), vergrößert, um die einwärts gefaltete Spitze zu zeigen.

Oberfläche desselben Honigsaft absondert. Die **Farbe** der Kronenblätter ist bei den Umbelliferen außerordentlich gleichartig, **fast bei allen weiß**, selten **gelb**, höchst selten **roth**.

Im Fruchtknoten, dessen äußere, aus den verwachsenen Theilen der Staubfäden, Kronen- und Kelchblätter gebildete Decke eine Anzahl von Rippen und Furchen zeigt, von denen die ersteren mit Haaren oder Stachelchen besetzt zu sein pflegen, trägt die als Mittelsäulchen bis in den Grund der Griffel verlängerte Blüthenaxe in jedem Fache eine Samenknospe. Nach der Blüthezeit bleiben die Griffel nebst dem Nektarienpolsterchen (der epigynischen Scheibe) auf dem Fruchtknoten stehen, an welchem schon äußerlich die innere Zweitheiligkeit durch eine immer tiefer werdende Nahtfurche angedeutet ist (Fig. 581 und 582). Der Same enthält in einem Endosperm, welches seine Hauptmasse bildet, einen sehr kleinen Embryo. Seine Decken verwachsen ganz mit den Karpellen und den äußeren Fruchtbedeckungen. Bei der Reife lösen die beiden Seitenhälften des Fruchtknotens sich an ihrem Grunde los, während sie unter den Griffeln mit dem stehenbleibenden Mittelsäulchen verwachsen bleiben, so daß dann von der Spitze dieses letzteren zwei Früchte seitlich herabhangen, welche gewöhnlich **irrthümlich für die Samen** selbst gehalten werden („Kümmelsamen, Karottensamen, Petersiliensamen“). Es sind vielmehr Früchtchen, welche sich, wegen der völligen Verwachsung der Fruchtdecken, Karpelle und Samendecken nicht öffnen können, somit **Schließfrüchtchen**. Man hat den Früchten der Umbelliferen insbesondere den Namen **Doppelschließfrüchtchen** oder **Doppelachenien** gegeben, oder man nennt sie **Hangefrüchtchen**. Oft trennt sich auch das Mittelsäulchen in zwei Seitenhälften, welche unten vereinigt bleiben (Fig. 583).

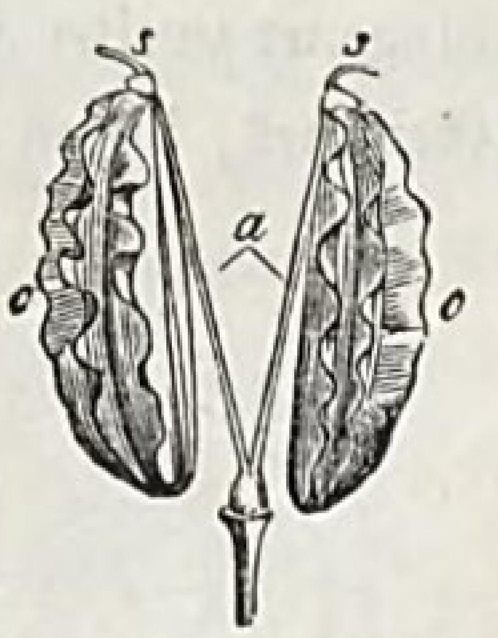


Fig. 583. Hangefrüchtchen der Tibetanischen Futterpflanze (**Prangos uloptera**) nach dem Losspringen der beiden Früchte. *

* *cc* Die beiden Früchte, deren Rippen buchtige Flügelsäume bilden; *a* die beiden Hälften des Mittelsäulchens; *s* Griffel.



Fig. 584. Die wilde Pastinake (**Pastinaca sativa**). *

* *a* Unterirdische Axe, sogenannte Wurzel, mit Adventivwurzeln; *b* ein Theil der oberirdischen Axe mit Blättern, Blüthen und Früchten.

Die **Umbelliferen** sind Pflanzen, welche nie ausdauernde holzige Stämme erzeugen. Dieselben sind zum Theil nur **einjährig**, meistens aber **zweijährig**. In letzterem Falle bildet sich im Laufe des ersten Jahres nur eine äußerst kurze und oft gar nicht aus dem Boden hervorragende Axe, deren Gipfel einen dicht gedrängten Schopf rosettenartig stehender „Wurzelblätter“ trägt, und erst im folgenden Jahre erscheint eine verlängerte oberirdische Axe, welche zerstreuter stehende Blätter

und endlich Blüthenstände hervorbringt. Der im Boden befindliche Theil des Stammes ist sehr häufig zu einem Knollen oder einer rübenartigen Spindel verdickt und mit Adventivwurzeln besetzt, und wird gewöhnlich für ein Wurzelorgan angesehen, wie die „gelbe Wurzel" der Moorrübe, der Pastinake (Fig. 584) und ähnlicher Pflanzen, der „Wurzelknollen" der Sellerie (Apium graveolens), der Erdkastanie (Carum bulbocastanum), des Schirlings (Cicuta virosa) u. s. w., Gebilde, welche vielmehr als „Zwiebeln ohne Blattschuppen" betrachtet werden sollten. Mitunter sind auch die Adventivwurzeln einer solchen unterirdischen Axe angeschwollen, so daß dann eine „büschelig knollige Wurzel" entsteht, wie bei der als Gemüse früher sehr geschätzten Zuckerwurzel (Fig. 585). Man sieht hier an zahlreichen Beispielen, daß zwischen Stamm und Wurzel gar nicht absolut zu unterscheiden ist; denn einestheils ist es leicht, die vielfachsten Belege dafür zu finden, daß die unterirdische Axe verkümmerte Blattorgane und Knospen erzeugt; andererseits ist dieselbe in ihren Funktionen entschieden eine Wurzel. Die Farbe ist im Boden natürlich nicht die grüne, aber der aus dem Boden hervorragende Theil zeigt solche sehr vollkommen, während mit zunehmender Abgeschlossenheit vom Lichte die weiße, schwarze oder gelbe, rothe oder blaue Farbe sich einstellt. Die Entwicklung des oberirdischen Theils der Axe geht außerordentlich rasch vor sich, so daß diese Gewächse in einem Sommer oft bedeutende Dimensionen erreichen, manche mehr als manneshoch und über einen Zoll dick werden. Vorzugsweise ist das, mitunter von einzelnen Faserbündeln und Spiralgefäßen durchzogene, Mark bei denselben sehr beträchtlich entwickelt, und die starke Verlängerung der an Faserbündeln und Gefäßen reichen Theile des Umfanges scheint auch hier großentheils von den scheidenartig die Axe umfassenden Phyllodien der Blattstiele auszugehen. Man bemerkt häufig hohle Axen, bei welchen das Mark nicht im Stande war der Verlängerung der Peripherie genügend zu folgen. Auch in den unterirdischen Theilen der Axe stellen sich bisweilen solche Höhlungen ein, wie bei den Sellerieknollen, und besonders in dem des Wasserschierlings, welcher eine Anzahl flacher Fächer übereinander besitzt. Die Blätter



Fig. 585. Die Zuckerwurzelpflanze (Sium sisarum). Der unterirdische und der oberirdische Theil.



Fig. 586. Ein Theil von einem vielfach gefiederten Blatte des Laserkrautes (Laserpitium hirsutum), verkleinert.

*

sind bei den Doldenpflanzen meistens sehr entwickelt; der Blattstiel erscheint an seinem Grunde scheidenförmig, die Axe umfassend, mitunter kahnförmig oder bauchig aufgeblasen (Fig. 584); die Blattspreite ist getheilt, entweder einfach gefiedert, so daß die Mittelrippe eine Anzahl von paarig sich gegenüberstehenden Seitenblättchen trägt und in ein ähnliches unpaariges Blättchen endigt, oder doppelt gefiedert, so daß die paarigen Seitenrippen selbst paarige Blättchen besitzen, oder gar dreifach oder noch mehrfach gefiedert (Fig. 586), wodurch dann die zierlichsten und mannigfaltigsten, in hohem Grade an die Wedel der Laubfarren erinnernden, aber durch Entwicklungsweise und Anordnung der Theile sehr wesentlich von diesen verschiedenen Formen entstehen, wie die Blätter der Moorrüben — in früheren einfacheren Jahrhunderten ein allgemein beliebter Putz der Damen — des Kümmels (Carum carvi), des Kerbels (Anthriscus s. Scandix cerefolium), des gefleckten Schierlings (Conium maculatum) u. s. w. sie darbieten. Weit seltener ist es, ganz einfache eiförmig abgerundete Blätter bei Pflanzen dieser Familie zu finden, wie es in der That nur bei dem Geschlechte der Hasenohrkräuter (Bupleurum) der Fall ist, deren Blätter obendrein gänzlich ungestielt sind und theils mit stark gegen den Grund verlängerten Seitenlappen den Stengel, an welchem sie stehen, umfassen, theils sogar denselben durch völlige Vereinigung dieser Seitenlappen auf der entgegengesetzten Seite so gänzlich umschließen, daß der Stengel durch die Blätter hindurch gewachsen zu sein scheint. Eine ähnliche Form der Blätter findet sich bei dem Wassernabelkraute, wo dieselben aber langgestielt und daher nicht vom Stengel durchwachsen, sondern schildförmig auf dem Stiele befestigt sind (Fig. 587).

Die Umbelliferen sind reich an eigenthümlichen Substanzen. Viele derselben enthalten eine bedeutende Menge von Zucker, besonders in den unterirdischen Theilen, wie die Zuckerwurzel (Fig. 585), die Moorrübe u. s. w. Bei andern herrschen Gummisäfte vor, welche meistens von Harzen und ätherischen Oelen begleitet sind und dann zum Theil als wichtige Arzneimittel dienen, wie Gummi-resina hammoniacum, opoponax, galbanum, deren Mutterpflanzen in Kleinasien wachsen und noch nicht genauer bekannt sind. Außerdem aber treten noch eigenthümliche narkotische Substanzen hinzu, welche die Kräfte dieser Pflanzen erhöhen, wie bei dem stinkenden Asant (Ferula asa foetida), welche aus dem mittleren Asien zu uns gebracht wird, und mehreren anderen. Die ätherischen Oele sind vorzugsweise in der

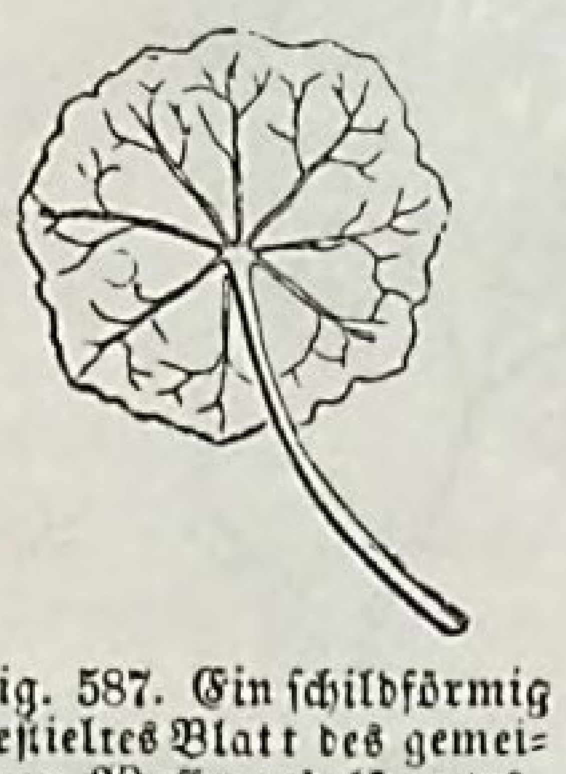


Fig. 587. Ein schildförmig gestieltes Blatt des gemeinen Wassernabelkrautes (Hydrocotyle vulgaris).

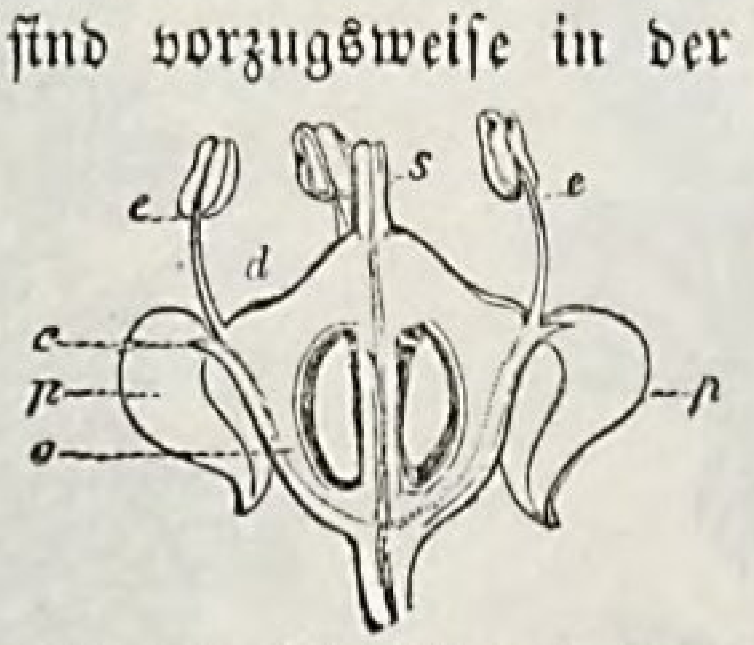


Fig. 588. Die Blüthe der dornigen Aralia (Aralia spinosa), senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* *o* Fruchtknoten, von den angewachsenen unteren Theilen der übrigen Blüthenorgane umgeben, in jedem seiner zwei Fächer ein hangendes Samenknöspchen; *c* Kelch; *p* Krone; *e* Staubfäden; *d* Diskus (epigynische Scheibe); *s* Griffel.



Fig. 589. Der Blüthenstand der ästigen Aralia (Aralia racemosa). *

* *a* Hauptaxe des Blüthenstandes; *a'* Axen der Dolden; *b* Deckblätter; *d* zwei doldentragende Axen, welche in der Achsel eines Deckblattes in Folge einer doppelten Knospenbildung hervorgetreten sind; *o* Dolden; *ii* Hüllen, aus Deckblättchen gebildet.

Fruchtdecke angehäuft in Kanälchen, welche man auf feinen Querschnitten mit bloßen Augen als transparente gelbe Pünktchen zu erkennen vermag. Auf diesen Oelen beruht die Anwendung der Früchte des Kümmels, des Fenchels (Fœniculum officinale), des Dill (Anethum graveolens), des Anis (Pimpinella anisum) u. s. w., sowie der Blätter der Petersilie (Apium petroselinum), des Sellerie und anderer Gattungen zur Würzung der Speisen. Die narkotischen Substanzen treten in vielen Pflanzen dieser Familie, z. B. dem gefleckten und dem Wasserschierling, der Hundspetersilie (Aethusa cynapium), dem Roßfenchel (Oenanthe phellandrium), dem Taumelkerbel (Chærophyllum temulum) als sehr heftige Gifte auf, und man kennt in manchen derselben eigenthümliche Alkaloide als die Ursachen dieser Eigenschaft; so bei dem gefleckten Schierling das Coniin ($C^{12} H^{28} ON^{2}$). Vorzugsweise haben die Giftsäfte in der Rinde ihren Sitz und gehören somit wohl den Milchsaftgefäßen an; bei der Crokusrebendolde (Oenanthe crocata), welche im südwestlichen Europa als eine der gefährlichsten Giftpflanzen gefürchtet ist, verräth sich der giftige Milchsaft durch eine gelbröthliche Farbe. In nördlichen Klimaten bilden sich die Gifte verhältnißmäßig weniger aus; der gefleckte Schierling, bei uns ein furchtbares Gift, soll im nördlichen Rußland ohne Nachtheil genossen werden.

Die Familie der Araliaceen (Araliaceæ) enthält Gewächse von einer gänzlich von derjenigen der Umbelliferen abweichenden Tracht, übrigens aber von sehr ähnlicher Blüthenbildung. Die eigentlichen Aralien oder Vergangeliken (Fig. 588 und 589) stehen jenen besonders nahe, unterscheiden sich hauptsächlich durch die Vereinigung der Griffel zu einem einzigen, und tragen sehr ausgezeichnete einfache Dolden. Die Ginsengpflanze (Panax schin-seng), die berühmte, übrigens nicht eben wirksame, Arzneipflanze China's, hat eine ganz möhrenartige unterirdische Axe. Die Hartriegel (Cornus) oder Kornelkirschpflanzen sind Bäumchen oder Sträucher, welche den Aralien sehr nahe verwandt sind, bei welchen jedoch anstatt der epigynischen Scheibe ein drüsiger Ringwulst, welcher sich am Grunde des freien Theiles der Kronenblätter befindet, den freien Theil der Staubfäden trägt. Die Frucht dieser Pflanzen ist eine Beere mit zwei Kernen, indem die Karpelle steinig hart werden, während die aus den umgebenden und angewachsenen Blüthenorganen gebildete Fruchtdecke eine fleischige Beschaffenheit erlangt (Fig. 590). Mit den Hartriegeln ist äußerst nahe verwandt der allgemein bekannte Epheu (Hedera helix), ein kletternder Strauch, welcher sich im nördlichen Europa nur nahe am Boden hält, in Süddeutschland dagegen eine ungeheure Höhe, ja baumartige Tracht erreicht. Er blüht erst in sehr hohem Alter. Seine lederartigen, firnißglänzenden, immergrünen Blätter sind ihrer schönen Form wegen allgemein beliebt und in der Kunst vielfach nachgeahmt. Diejenigen Zweige, welche Blüthen bringen, sind schon zuvor an der ganz abweichenden, nämlich herz- oder eiförmigen Gestalt der Blätter zu erkennen. Der Epheu ist, wie schon seine grüne Farbe zeigt, kein Schmarotzer; er sucht sich nur eine Stütze an Bäumen oder Felsen und schmiegt sich ohne Win-

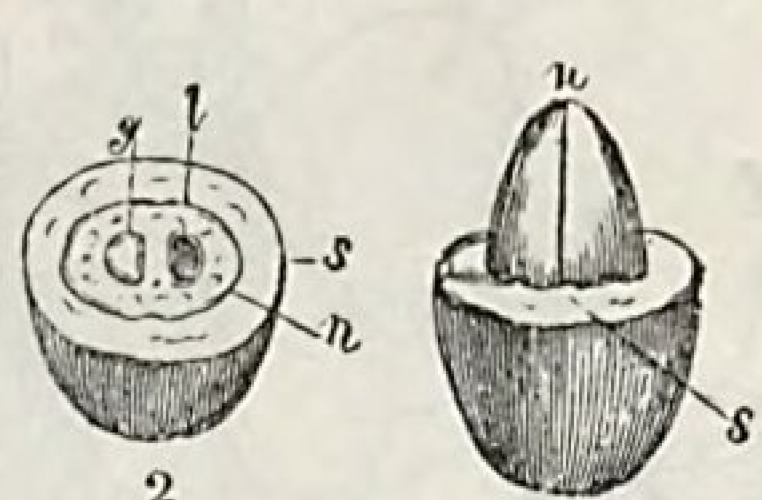


Fig. 590. Die «Kornelkirsche» oder Dürlitze, die Steinbeerenfrucht des gelbbluhenden Hartriegels (Cornus mascula). *

* 1 Die Frucht mit horizontal durchschnittenem und in der oberen Hälfte abgelösten Fruchtfleische s, worin die zwei Fruchtkerne n sichtbar sind. — 2 Die nämliche Frucht gänzlich durchschnitten; s Fruchtfleisch; n steinige Fruchtschale, aus den Karpellen gebildet; g der Same in einer der Früchte; l leere Fruchthöhle, aus welcher der Same herausgenommen ist.

bungen an dieselben, wobei er aus seiner Rinde zahlreiche fadenförmig verlängerte Warzen — die sogenannten Haftwurzeln — erzeugt, mit deren Hülfe er sich fest anklammert. Sein Blüthenstand, welcher im Spätherbste erscheint, ist eine Dolde, die im Frühling reifende Frucht eine schwarze Beere, in welcher sich nicht bloß zwei, sondern in voller Zahl fünf — ja oft, wie auch die Staubfäden, zehn — Fruchtfächer befinden, deren jedes einen Samen enthält. Im südlichen Europa schwitzt der Epheu ein balsamisches Harz aus.

Die Familie der Reben (Ampelideæ), dem Epheu nahe verwandt, enthält die ausgezeichnetsten Lianen. Am bekanntesten ist die Weinrebe. Der sich vielfach verzweigende Stamm dieser Pflanze hat mit der Pfefferrebe (Seite 904) die Abgliederung des Stengels gemein, indem auch hier stets die Axe oberhalb jedes Blattes durch eine achselständige Zweigaxe so zur Seite gedrängt wird, daß man dieselbe für einen, dem Blatte gegenüberstehenden Zweig, die Zweigaxe aber für die unmittelbare Fortsetzung der Hauptaxe halten möchte (Fig. 591). Die Zweigaxe ist über ihrem Ursprunge etwas angeschwollen und von der Hauptaxe leicht, besonders in jüngerem Zustande, abzubrechen. Die Hauptaxe selbst ist über dem Knotenpunkte fadenförmig, dünn und rollt sich unregelmäßig spiralig; man nennt sie in diesem Zustande eine Ranke. Dieselbe trägt in der Regel keine weiteren Blätter, ist dagegen sehr häufig noch verzweigt, und man bemerkt dann nicht selten bei dem Entstehen eines jeden seitenständigen Fadens ein kleines verkümmertes Blatt, in dessen Achsel also die Zweigranke steht. Mit Hülfe der Ranken klammert die Pflanze sich an andere Bäume, an ihre eigenen Zweige und an die Spaliere, welche man ihr zur Stütze gibt. Im angeschwollenen Grunde des Blattstieles, wo dieser an der Axe befestigt ist, findet sich oft eine Spur von seitlichen Nebenknospen, welche jedoch stets unentwickelt bleiben. — Die Blätter sind handförmig lappig und dabei grob ungleich gezähnt, im Umfange — ohne Rücksicht auf die Ausschnitte — rundlich herzförmig. — Wo die Zweige der Weinrebe den Boden berühren, da

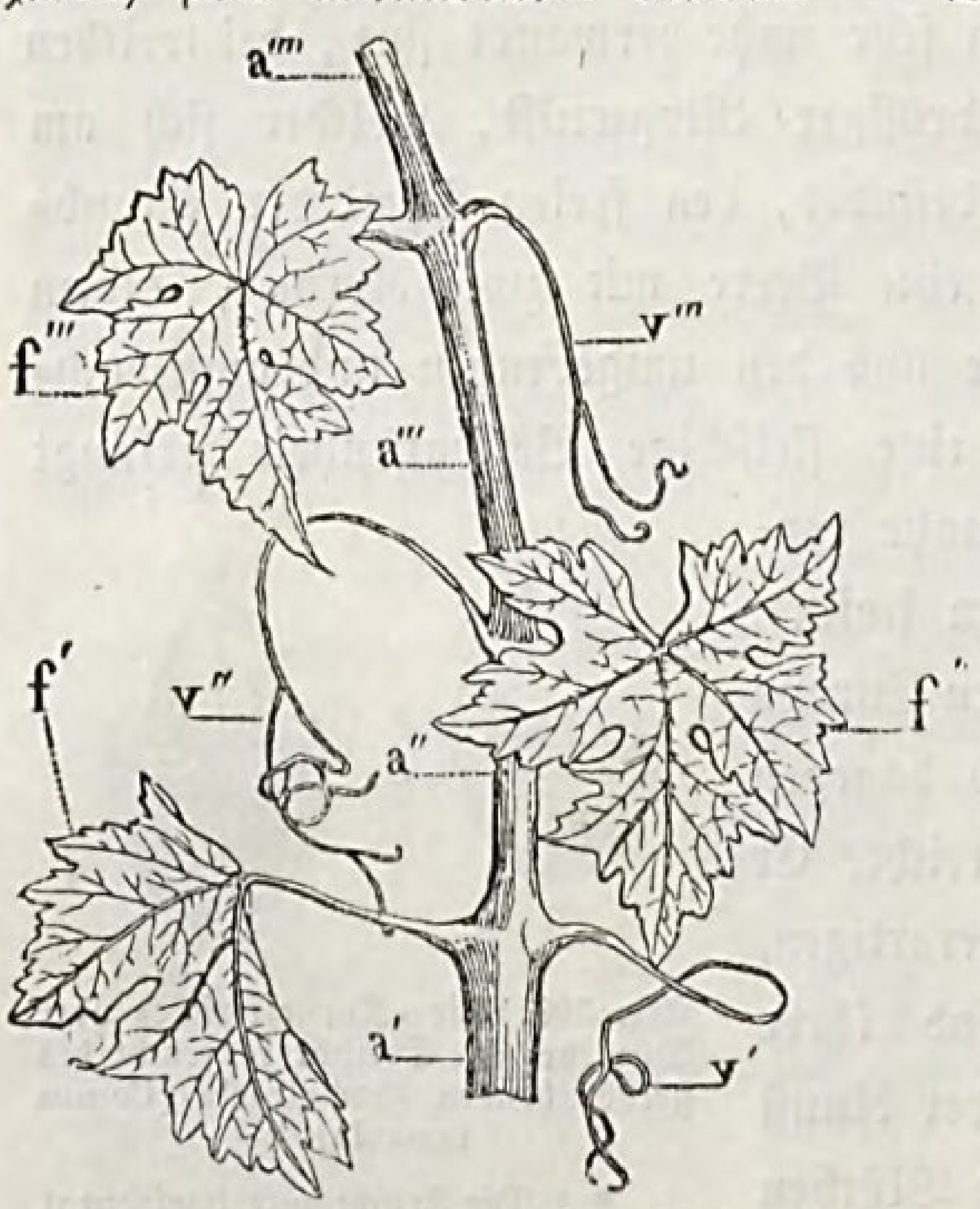


Fig. 591. Ein Abschnitt einer Weinrebe (Vitis vinifera). *

* a' Hauptaxe; f' Blatt, welches an derselben entspringt; v' die rankenförmige Endigung der Hauptaxe a'; a'' Zweigaxe, welche in der Achsel des Blattes f' entspringt und die Fortsetzung der Hauptaxe übernimmt; f'' Blatt, welches an der Zweigaxe entspringt; v'' rankenförmige Endigung der Zweigaxe a''; a''' sekundäre Zweigaxe, welche in der Achsel des Blattes f'' entspringt u. s. w.

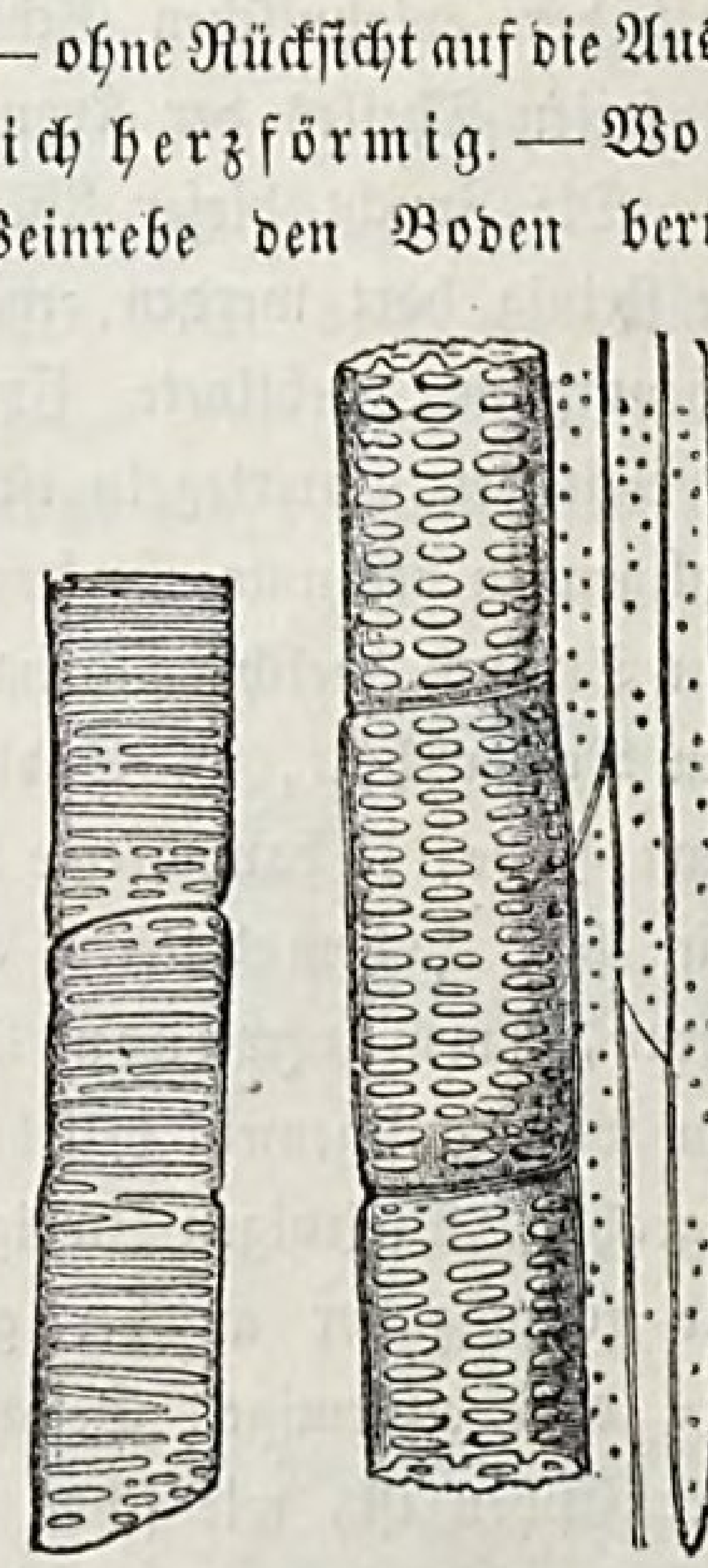


Fig. 592. Vergrößerte Darstellung von netzförmigen und punktirten Gefäßen und Holzfaserzellen der Weinrebe (Vitis vinifera).

bilden sich ziemlich leicht Adventivwurzeln an denselben; man benutzt diese natürliche Anlage bei diesen und vielen anderen, selbst baumartigen Dicotyledoneen, um die Pflanze zu vervielfältigen, indem man künstlich zu Hülfe kommt und einen Zweig zum Boden niederbeugt und einen Theil desselben mit Erde bedeckt. Ein solcher „Absenker" oder „Ableger" erzeugt um so leichter eigene Wurzeln, wenn man denselben etwa bis zur Mitte einschneidet und selbst ein wenig der Länge nach spaltet, indem auf diese Weise die vermehrungsfähigen Zellen der Bildungsschicht und der Rinde bloß gelegt werden.

Man hat an der Weinrebe eine treffliche Gelegenheit, den Verlauf der luftführenden Gefäße, welche theils spiralförmige, theils netzförmige, theils punktirte Verdickungsschichten der Zellenmembranen besitzen (Fig. 592), zu untersuchen, indem dieselben hier eine solche Weite haben, daß es nicht selten gelingt, an einem abgeschnittenen Stücke in großer Länge durch dieselben hindurch zu sehen, wenigstens den Lichtschimmer an dem, dem Auge entgegengesetzten Ende zu bemerken. Die parenchymatische Rinde, nebst der Epidermis, geht bei diesem Gewächse sehr frühzeitig verloren, so daß die sehr stark entwickelten Bastfasern die äußere Bekleidung der älteren Theile bilden. Der Verlauf der Bastfasern ist hier, wie dieses auch bei dem Roßkastanienbaume und noch manchen andern Pflanzen der Fall ist, ausgezeichnet geradlinig, so daß dieselben sich nirgends abwechselnd vereinigen und wieder trennen, sondern ihrer ganzen Länge nach vielmehr höchst gleichmäßig von einem zarten Parenchymstreifen (Markstrahle) getrennt sind.

Die Blüthenstände der Weinrebe sind vielfach verästelte Trauben, in der Anordnung der Zweige der verschiedenen Grade, welche als unmittelbare Blüthenstielchen auftreten, ganz mit der Rispe des spanischen Flieders (Seite 948) übereinstimmend. Sie haben die nämliche, den Blättern gegenständige Stellung, wie die Ranken, und sind in der That, ganz wie diese, zur Seite gedrängte Endigungen der Axen, welche den je unter dem Knoten, an welchem die Traube steht, befindlichen Abschnitt der Rebe bilden. Sehr häufig findet man eine Traube, deren Aeste theilweise als Rankenäste erscheinen und eine Ranke, deren Aeste theilweise Blüthen und Früchte tragen. — Die Blüthe (Fig. 593) zeichnet sich vor den Blüthen der Araliaceen und Umbelliferen hauptsächlich dadurch aus, daß hier der Fruchtknoten aus der Umgebung von Nektarien hervorragt, so daß diese nur den unteren Theil desselben als eine fast hypogynische Scheibe oder eigentlich als ein ringförmiger Wulst umgeben. Die Kelchblätter sind sehr gering, gänzlich vereinigt und geben ihre Fünfzahl kaum durch schwache Ausbuchtungen des Kelchsaumes zu erkennen.

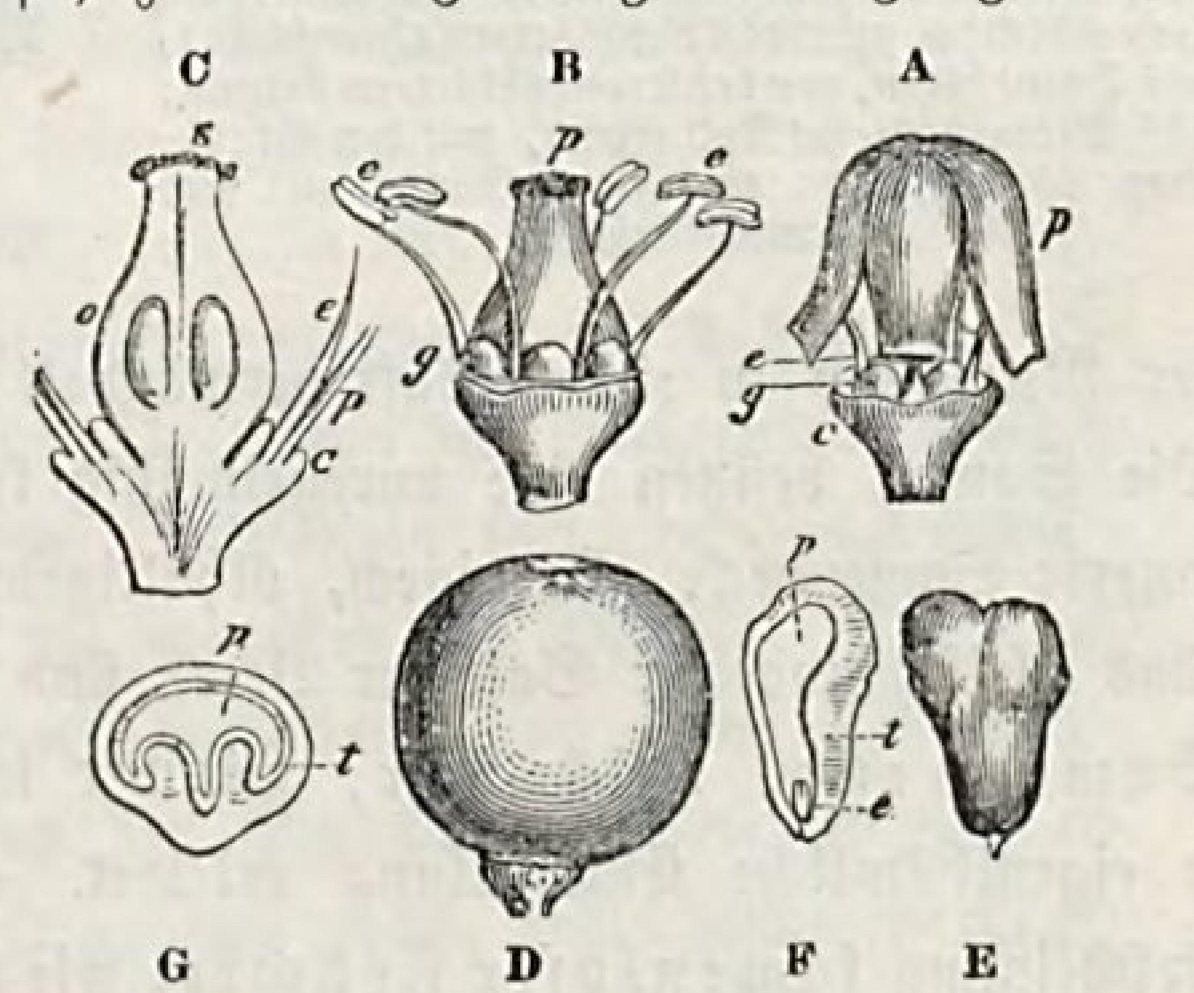


Fig. 593. Blüthe und Fruchtbildung der gemeinen Weinrebe (Vitis vinifera). *

* A Eine Blüthe, im Begriffe sich zu öffnen, vergrößert; *c* Kelch; *e* Staubfäden; *g* Staminodien; *p* Kronenblätter. — B Dieselbe Blüthe nach Abwerfung der Krone; *g* Staminodien; *e* Staubfäden; *p* Narbe. — C Dieselbe Blüthe senkrecht durchschnitten; *c* Kelch; *p* Kronenblätter; *e* Antheren; zwischen diesen und dem Fruchtknoten *o* die Staminodien; *s* die Narbe. — D Eine reife Weinbeere in natürlicher Größe, auf dem Kelche befestigt und auf dem Gipfel noch die Spur der Narbe tragend. — E Ein Samenkorn, doppelte Größe. — F Dasselbe Samenkorn senkrecht durchschnitten, um die innere Samendecke *t*, das Endosperm *p*, und den Embryo *e* zu zeigen. — G Dasselbe Samenkorn, stärker vergrößert; horizontal durchschnitten, um die eigenthümliche Form des Endosperms *p* zu zeigen.

Die fünf Kronenblätter sind in der Knospenlage einfach klappig zusammengelegt und an ihren Spitzen mit den Rändern so innig verwachsen, daß sie sich hier nicht zu trennen vermögen. Der sich entwickelnde Fruchtknoten drängt dieselben (wie die Moosbüchse ihre Haube) empor und veranlaßt dadurch, daß die Blättchen sich unten trennen und von ihrem Befestigungspunkte losreißen — eine Oeffnungsweise der Blüthen, welche sich bei keiner andern Pflanzenfamilie wieder findet. Die fünf Staubfäden stehen (Fig. 594), wie bei den Primelblüthlern, gerade vor den Kronenblättern, und auch in diesem Falle bleibt kein Zweifel, daß diese überraschende Eigenthümlichkeit von dem Fehlschlagen eines niederen Kreises von Staubfäden herrührt, welche mit jenen Blättern abwechselnd stehen würden; denn bei der nahe verwandten Gattung der Wasserrebe (Leea), welche auf den Molukkischen Inseln wächst, stehen an diesen Punkten fünf läppchenförmige Staminodien. Bei unserer Weinrebe zeigt sich ein Kreis ähnlicher Staminodien in Form kurzer Schuppen als ein innerer, mit den Staubfäden abwechselnder Kreis unmittelbar am Grunde des Fruchtknotens. Letzterer ist einfächerig, von vier Karpellen gebildet, mit einer stumpfen Narbenfläche geendigt, ohne deutlichen Griffeltheil. In den Achseln der Karpelle stehen zwei bis vier Samenknospen. Nach der Befruchtung wird der Fruchtknoten zu einer fleischigen Beere (Fig. 594, a), deren Fleisch durch theilweise Auflösung der Zellen gegen die Zeit



Fig. 594. Diagramm der Blüthe der Weinrebe. Fünf Kelchblätter, untereinander vereinigt; fünf Kronenblätter, mit den Kelchblättern abwechselnd; fünf Staubfäden, vor den Kronenblättern stehend; fünf Staminodien (Nektarien), mit den Staubfäden abwechselnd; ein Fruchtknoten mit vier Samenknospen.



Fig. 594, a. Die Früchte des Rebstockes: „Weintrauben.“

der Reife sich in einen Saft verwandelt, um welchen nur die Epidermis fest bleibt. Die Samen besitzen eine unregelmäßig keulenförmige Gestalt, mit steinig verhärteter innerer Samendecke, hornigem, ölhaltigem Endosperm und einem sehr kleinen Embryo. Das Fleisch und der Saft der Beere sind großentheils ein Erzeugniß der äußeren Samendecke, welche hier, mit der inneren Schicht der Karpelle vereinigt, eine so eigenthümliche Entwicklung erleidet. — Auch bei den Weinreben findet sich die Erscheinung samenloser Früchte, wie wir dieselbe bei den Brodbäumen (Seite 901) und den Pisangen (Seite 862) kennen lernten. Eine regelmäßig samenlose Abart derselben scheint bei Korinth zuerst entstanden zu sein, ist sodann auf alle griechischen Inseln und auch nach dem südlichen Frankreich verpflanzt. Ihre Beeren kommen getrocknet als „Korinthen“ zu uns. Der Saft der Weinbeeren enthält eine reichliche Menge von einer eigenthümlichen Säure, der Weinsäure oder Weinsteinsäure $(C^4 H^2 O^5 + HO)$, welche an Kali gebunden ist (saures weinsaures Kali) und neben welcher in manchen Trauben noch eine zweite, nur durch größeren Wassergehalt verschiedene Säure, die Traubensäure $(C^4 H^2 O^5 + 2 HO)$, vorkommt. Außerdem enthalten die Weinbeeren eine beträchtliche Menge von Traubenzucker. Vor der Reife waltet

die Säure vor, nach der Reife der Zucker. Letzterer ist die Bedingung der weinigen oder geistigen Gährung im Traubensafte, durch welche Kohlensäure und Alkohol gebildet werden, von denen die letztere die Flüssigkeit zu Wein macht. Das Verhältniß der Säure zum Zucker wechselt sehr; in minder warmen Gegenden wird letzterer so wenig entwickelt, daß kein trinkbarer Wein aus den Trauben gewonnen werden kann; die wärmeren Länder der gemäßigten Zone liefern die besten Getränke, die mehr nördlichen säuerliche Sorten, wie die Rheinweine, die mehr südlichen süße Sorten, wie die griechischen Weine. In der heißen Zone gedeihen die Reben dagegen keineswegs. — Aeußerlich sind die Weinbeeren immer mit einer zarten Wachsschicht, dem sogenannten Reife, bedeckt.

Da die Reben eine große Menge beträchtlich großer Blätter an ihren zahlreichen Verzweigungen tragen, und da somit die Quantität von Wasser, welche dieselben ausdunsten, sehr groß ist, so eignen diese Gewächse sich besonders gut, um einige lehrreiche Versuche an denselben vorzunehmen. Im Frühling dringt eine außerordentlich große Menge von Saft in dem Stamme eines Weinstockes aufwärts, so daß solcher aus jeder Wunde heftig ausfließt. Die „Thränen“ dieser Pflanze, welche nach der Beschneidung im Frühling aus allen Schnitten träufeln, sind eben dieser Frühlingssaft. In demselben findet man, wenn man ihn nahe über dem Boden aus dem Stamme zieht, noch die unveränderte „Pflanzennahrung“, Kohlensäure und Ammoniak; in höheren Theilen des Stammes sind diese Stoffe durch die Assimilation bereits verschwunden. Woher rührt das Aufsteigen des Saftes, welches nach der Winterruhe so plötzlich erfolgt, und in Folge dessen alsbald die Winterknospen sich öffnen und die Blätter hervortreten? — So viel man bis jetzt weiß, scheint es, daß von den Knospen selbst der Antrieb ausgeht, und die Wärme der Frühlingstage scheint allein denselben hervorzurufen. Wenn man nämlich einen Zweig eines außen am Hause wachsenden Rebstockes durch eine Oeffnung in ein erwärmtes Zimmer leitet, so beginnen die Knospen dieses Zweiges weit früher, als diejenigen, welche draußen der Kälte ausgesetzt bleiben, anzuschwellen und sich zu entfalten, und es steigt der Saft aus dem Boden lebhaft in die Höhe. Jedoch gelingt dieses Experiment nicht im Herbste, auch nicht im tiefen Winter, sondern nur gegen den Frühling, und dieses beweist, daß noch in der Pflanze selbst Bedingungen für das Wiedererwachen des Wachsthumes und Safttriebes ruhen. Wenn nun das Steigen des Saftes einmal eingeleitet ist, so geht dasselbe im Stamme selbstständig fort; der Saft durchdringt alle Zellen und Gefäße, er erfüllt auch die weitesten der Tüpfel-, Netz- und Spiralgefäße, welche zuvor mit Luft gefüllt waren, und fließt, von unten stets nachdringend, am oberen Ende derselben aus, wenn der Stamm abgeschnitten worden ist. Es geht dieses Nachdringen des Saftes sogar mit einer nicht geringen Kraft vor sich — wenigstens scheint dies bewiesen zu werden durch einen Versuch, welchen seit 120 Jahren alle botanischen Schriftsteller einander nachschreiben und welchen im Jahre 1727 ein englischer Landgeistlicher, Stephan Hales, anstellte und in seinem Werke „Vegetable statics“ mittheilte. Von diesem Versuche gibt Fig. 595 eine Vorstellung. Weder die sogenannte Capillarität oder Haarröhrchenkraft kann diese Erscheinungen, deren Bestätigung durch neue Versuche noch sehr wünschenswerth wäre, genügend erklären, da die Gefäße größtentheils keineswegs eng genug sind, um eine solche Kraft zu äußern, noch genügt die Endosmose zur Erklärung, da nothwendig in Kurzem die Säfte der Zellen in dem stehengebliebenen Stammstücke

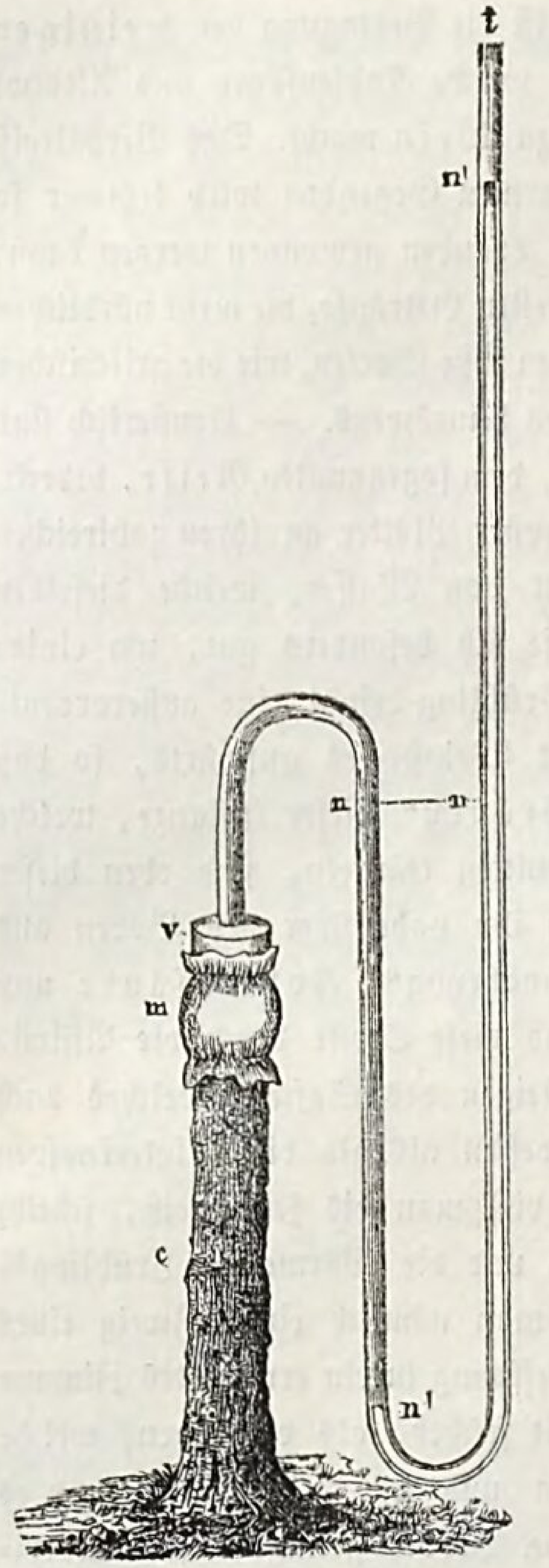


Fig. 595. Der Versuch über das Steigen des Frühlingssaftes von Stephan Hales. *

* *c* Ein Rebstock, anderthalb Fuß über dem Boden abgeschnitten; auf den Schnitt ist die gebogene offene Glasröhre *t* mit Hülfe eines Kapselringes *v* und einer Verkittung und Blasenhaut *m* luftdicht aufgesetzt. Die Röhre war beim Beginne von *n* bis *n* mit Quecksilber gefüllt, welches somit in beiden Armen der Röhre die nämliche Höhe hatte. Der aus dem Schnitte des Rebstockes aufsteigende Saft drängte, in die Röhre eindringend, das Quecksilber in dem einen Arme bis *n'* abwärts, so daß dasselbe in den anderen Armen bis *n'* steigen mußte. Die Höhe von *n'* bis *n'* betrug drei Fuß, eine Höhe, deren Gewicht dem Gewichte von vierundvierzig Fuß Wassers entspricht.

sich ausgleichen müssen. Einen ähnlichen Versuch kann man machen, um die Kraft der Endosmose zu zeigen. Befestigt man nämlich an den untern Abschnitt eines mit Blättern versehenen Zweiges eine Röhre, welche mit Wasser gefüllt, am freien Ende aber in Quecksilber getaucht und dadurch vor dem Eindringen der Luft gesichert ist, so saugt der Zweig, in Folge der Verdunstung der Blätter und der dadurch bedingten Endosmose das Wasser mit solcher Kraft auf, daß das Quecksilber in die Röhre hineingesogen und im Laufe eines Tages schon bis zu einer merklichen Höhe gehoben wird. Natürlich nach der Größe des Zweiges, der Zahl seiner Blätter, der Temperatur der Luft und der Weite der Röhre muß das Ergebniß sehr verschieden ausfallen. — Unter den, unserem Rebstocke nahe verwandten Lianen Brasiliens sind die Wasserlianen (Cissus), welche auch wohl Jägerlianen genannt werden, so reich an einem angenehm schmeckenden, wässerigen Safte, daß dieselben oft von den Jägern, auf ihren Streifereien in den Waldungen, zur Stillung des Durstes benutzt werden. Wird eine solche Liane durchschnitten, so fließt aus dem unteren Ende der Saft langsam aus, im oberen Ende aber zieht derselbe sich rasch in die Höhe; wird dagegen ein Stück des Stammes durch zwei Schnitte an beiden Enden geöffnet, so fließt der Saft in reichlicher Menge und rasch aus demjenigen Ende hervor, welches am niedrigsten gehalten wird, woraus man sieht, daß nicht die Capillarität es war, welche ihn hielt.

Die Familie der Reben umfaßt dritthalbhundert Arten, von denen in Europa keine einzige ursprünglich einheimisch ist. Nordamerika dagegen ist reich an solchen, nicht nur finden sich daselbst mehrere Arten von Reben mit eßbaren Früchten, welche, wie unser Rebstock, zur Weinbereitung benutzt werden, sondern auch der bei uns jetzt häufig als Zierbekleidung von Schattenlauben und Mauern angepflanzte sogenannte „wilde Wein“ oder die Jungferrebe (Ampelopsis hederacea), ausgezeichnet durch die schöne blutrothe Herbstfärbung der Blätter, stammt dorther. Der europäische Rebstock ist im südwestlichen Asien ursprünglich einheimisch, früh in die Länder am Mittelmeere, aber erst im 281sten Jahre unserer Zeitrechnung durch den römischen Kaiser Probus in den Rheingau Deutschlands verpflanzt.

Die Familie der Loranthaceen (Loranthaceæ) enthält über 300 tropische Gewächse, von denen keines auf dem Erdboden wächst. Die Zweige anderer, meistens baumartiger Pflanzen dienen ihnen als Standort. Gleichwohl sind sie nicht eigentliche Schmarotzerpflanzen. Diese Familie, zu welcher im mittleren Europa nur die gemeine Mistel (Viscum album) gehört, weicht durch viele Eigenthümlichkeiten der Blüthen- und Fruchtbildung von allen bekannten Pflanzen ab. Hauptsächlich mögen nur einige derselben hier Erwähnung finden. Die Blüthen sind getrennten Geschlechtes. Bei den männlichen Blüthen bemerkt man nichts als vier antherentragende, sehr kleine Blattorgane an der Blüthenaxe. Die Antheren sind nicht bloß in zwei seitliche Fächer, sondern durch Ueberreste des ursprünglichen Zellgewebes, welche wagerechte Scheidewände bilden, in mehrere Fachwerke getheilt. Die weiblichen Blüthen bestehen aus einer Blüthenaxe, welche man als nackte Samenknospe betrachten und vollkommen mit derjenigen des Eibenbaumes (Seite 744) vergleichen kann. Doch stehen an dieser Axe, nahe um den Gipfel, vier sehr geringe Schüppchen, welche auch allenfalls als die Spitzen einer Blumenkrone angesehen werden können, sowie ein noch geringerer Ring, welcher etwa den Kelch andeuten möchte. Immerhin ist von Karpellen nichts wahrzunehmen, sondern zwischen den bezeichneten Organen ragt die Spitze der Axe als nackte Kernwarze hervor und stellt eine „sitzende Narbe" dar. Ja, bei einigen amerikanischen Riemenblumen (Loranthus) bildet der lang vorragende Gipfel der Kernwarze einen Griffel, welcher in der Form dem ächten aus Karpellen gebildeten Griffel anderer Samenpflanzen ganz ähnlich ist. Auf dem senkrechten Durchschnitte einer solchen Blüthe bemerkt man eine mittlere Partie des Zellgewebes, welche sich von der umgebenden unterscheidet. Letztere könnte als eine aus den verwachsenen Kelch- und Kronenblättern gebildete Hülle betrachtet werden, erstere dagegen als eigentliche Blüthenaxe; andererseits könnte man letztere Partie auch als das Mark der Axe und das übrige, Gefäße enthaltende, Gewebe als ebenfalls zu derselben gehörig, die „Kelch- und Kronenblätter" dagegen als unentwickelte Samenknospendecken ansehen. Wie dem auch sei, immer verdienen die Loranthaceen in gewissem Sinne den Namen von nacktsamigen Pflanzen (Seite 751). Die Pollenzellen gelangen unmittelbar auf die Kernwarze der Samenknospe; in einem Keimsäckchen entwickeln sich häufig zwei Embryonen. Die umgebende Masse der Frucht — oder, wenn man will, des Samens — verwandelt sich in eine weiße Beere, auf deren Gipfel noch die „Blume" und der „Griffel" sichtbar bleiben, und deren inneres Gewebe sich zu einer zähklebrigen Schleimmasse auflöst. Der große Embryo ist merkwürdiger Weise stark grün gefärbt. — Die Rinde der Mistel, welche sehr lebhaft grün ist, enthält gleichfalls klebrigen zähen Schleim, wie die „Beeren." Es besteht dieser, mitunter als Vogelleim benutzte, Schleim aus einer eigenthümlichen, den Harzen verwandten Substanz, welche Viscin genannt wird, und welche sich auch in der inneren Rindenschicht des immergrünen Hülsedorns (Ilex aquifolium) vorfindet. In dem Schleime der Beeren beobachtet man vortrefflich die Beschaffenheit der durch die theilweise Auflösung isolirten Zellen; man findet solche mit spiraliger Verdickungslinie, mit getrennten, vollkommen ringförmigen Bändern, mit Netzen und Tüpfeln (Fig. 596). Auch die Gefäße zeigen diese Verdickungen der Zellenmembrane sehr ausgezeichnet, und oft bemerkt man solche, bei welchen die Zellen, welche mit einander in Verbindung getreten sind, nicht langgestreckt, faserartig,



Fig. 596. Zellen aus der gemeinen Mistel (Viscum album), 300fach vergrößert.



Fig. 597. Ein rosenkranzförmiges, aus Netz- und Tüpfelzellen entstandenes Gefäß aus der gemeinen Mistelpflanze.

sondern kugelig oder eiförmig erscheinen (Fig. 597). Solche Gefäße nennt man rosenkranzförmige, weil sie einer Perlschnur oder einem „Rosenkranze" einigermaßen ähnlich sind. Die Blätter der Mistel sind lederig, ganz aus stark verdickten Zellen gebildet, wie die Rinde; sie besitzen sehr wenige Spaltöffnungen, etwa 100 auf jeder Fläche. Die untere und obere Blattfläche unterscheidet sich weder in dieser, noch in einer andern Beziehung, auch ist der Pflanze die Richtung derselben ganz gleichgültig, sowie sie selber bald aufrecht, bald niederhangend wächst. Der keimende Embryo richtet sein Würzelchen immer gegen die Mitte des Zweiges, auf welchem der Same keimt, was bald auf der Oberseite, bald auf der Unterseite des Zweiges geschieht. In vielen Gegenden Deutschlands zeigt sich die Mistel auf allen Obstbäumen, auch auf Eichen und andern Laubbäumen und selbst auf Nadelhölzern. Dieselbe treibt ihre Wurzeln in die Rinde der Zweige und verwächst auf das Innigste mit denselben, doch schadet sie den Bäumen nicht, indem sie keine Säfte aus denselben aufnimmt. Die Verbreitung des Samens scheint große Schwierigkeiten zu haben, allein die Natur erleichtert solche durch ein sehr einfaches Mittel. Es werden nämlich die Beeren sehr allgemein von den Drosseln, besonders von der sogenannten Misteldrossel (Turdus viscivorus) gefressen und dabei theilweise unverdaut im Miste wieder ausgeworfen, wodurch sie leicht auf einen weit entfernten Baum gerathen.

Vierzehnte Ordnung.

Die Saftpflanzen. Succulentæ.

Die Ordnung der Saftpflanzen umfaßt die Familien der Dickblattgewächse, der Eiskräuter, der Steinbreche und der diesen zunächst sich anschließenden Cunoniaceen. Die meisten Pflanzen dieser Familien zeichnen sich durch ein sehr fleischiges, saftreiches Zellgewebe besonders ihrer Blattorgane aus und rechtfertigen daher den Namen der Ordnung.

Die Familie der Dickblattgewächse (Crassulaceæ) enthält die einheimischen Hauslaube (Sempervivum) und die Mauerpfeffer- oder Fettkrautarten (Sedum), sowie manche ausländische Zierpflanzen, welche sich sämmtlich durch dicke, oft walzenförmige oder dreikantige, fleischig saftige Blätter auszeichnen. Das Zellgewebe dieser Blätter ist größtentheils Merenchym (Seite 628), indem die Zellen so locker und durch so reichlichen Zwischenzellensaft getrennt neben einander liegen, daß dieselben fast gar nicht abgeplattet erscheinen (Fig. 598). In den Merenchymzellen beobachtet man oft eine unregelmäßige Rotation des Zellsaftes. Eine doppelte Lage von Epidermiszellen (Fig. 599) erschwert die Ausdünstung derselben und verhindert so das Welken der Blätter in solchem Grade, daß selbst krautartige abgeschnittene Zweige von Crassulaceen sich lange Zeit wohl erhalten und auf feuchten

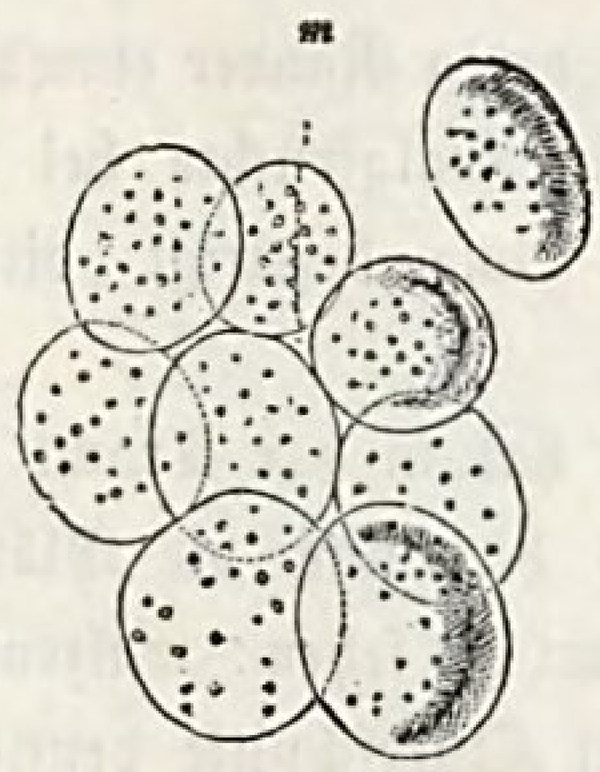


Fig. 598. Vergrößerte Darstellung eines Theiles des lockeren Zellgewebes oder Merenchyms aus einem Blatte der gemeinen Hauswurz (Sempervivum tectorum). *

* m Interzellularräume.

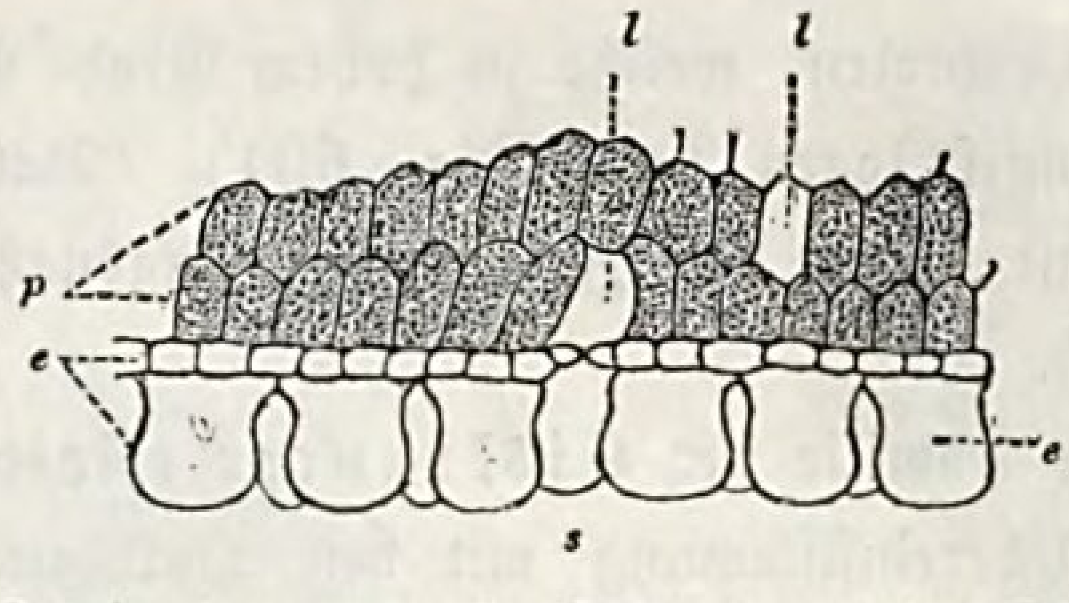


Fig. 599. Schnitt in horizontaler Richtung von dem sichelförmigen Dickblatte (Rochea falcata). *

* p Inneres grünes Parenchym, worin man die Lücken l bemerkt; e doppelte Oberhautzellenschicht; e' die äußere Schicht, deren große Zellen vereinzelt hervorragen und zwischen sich Lücken lassen; s Spaltöffnung, welche mit der einen Lücke in Verbindung steht.

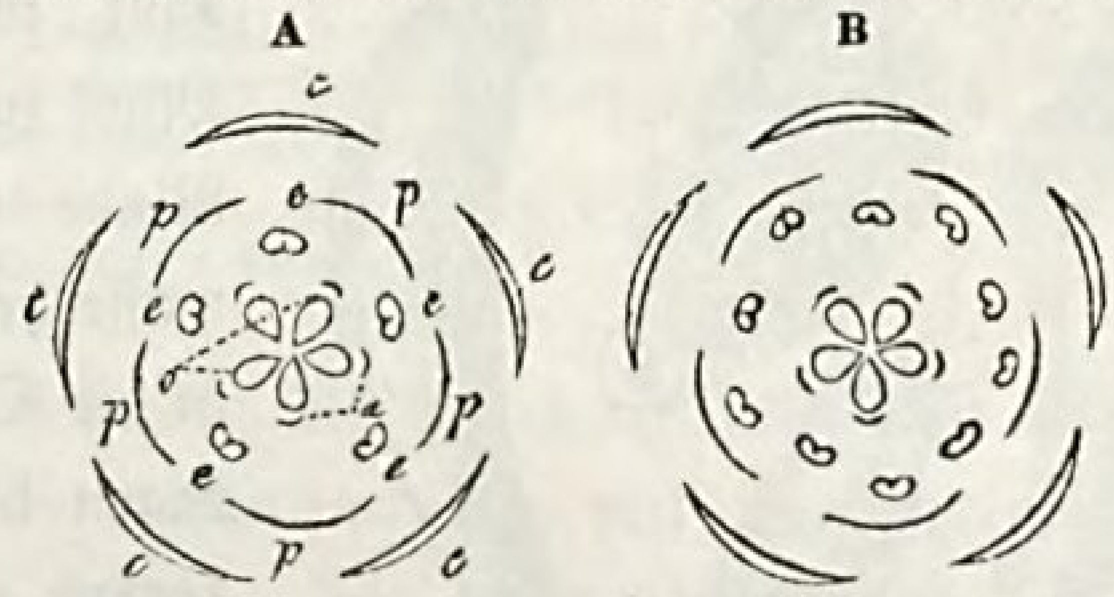


Fig. 600. Diagramme von Crassulaceenblüthen. *

* A Diagramm der Blüthe der rothen Dickblattpflanze (Crassula rubens); c fünf Kelchblätter; p fünf Kronenblätter; e fünf Staubfäden; a fünf Staminodien, in Form kleiner Blattschuppen; o fünf getrennte Karpelle, welche durch ihre Stellung vor den Staminodien beweisen, daß fünf andere wechselständige Organe zwischen a und o ganz unterdrückt sind.

B Diagramm der Blüthe des knolligen Dickblattes (Sedum telephium); fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; zweimal fünf Staubfäden, von denen der äußere Kreis vor den Kronenblättern steht, ja sogar ein wenig mit diesen verwachsen ist — trotzdem beweist die Stellung hier eben so gut, wie bei den Primelblüthlern das Fehlen eines wechselständigen Quirles; ein vierter Quirl von Staubfäden erscheint in Form von Staminodien; ein fünfter Quirl ist wieder gänzlich unterdrückt, denn mit den Staminodien stimmen die fünf Karpelle wieder in der Stellung ganz überein.

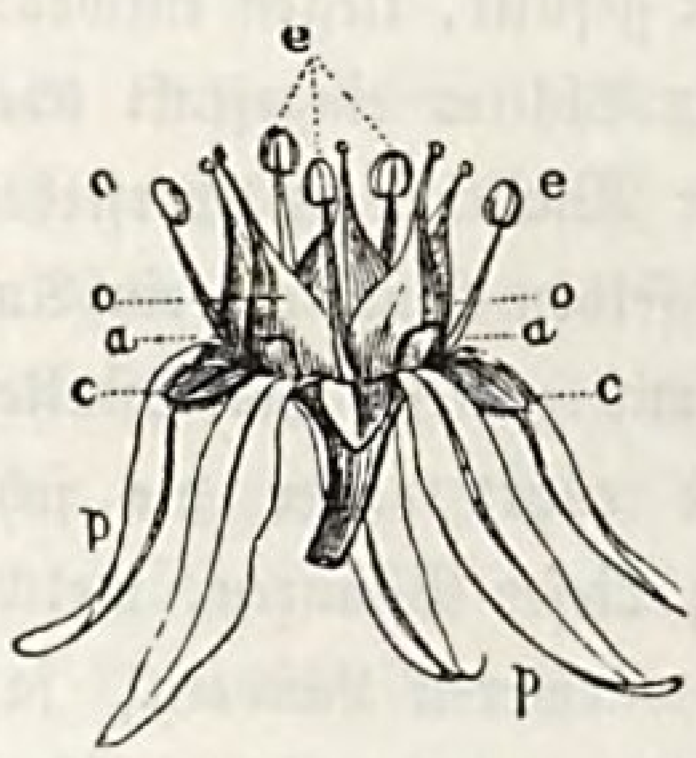


Fig. 601. Die Blüthe der rothen Dickblattpflanze (Crassula rubens).*

* c Kelchblätter; p Kronenblätter; e Staubfäden; a Staminodien; o Karpelle, jedes einen Fruchtknoten bildend.

Boden gelegt oder eingepflanzt genügende Zeit haben, Adventivwurzeln zu treiben, bevor sie absterben. Ja selbst im Herbarium sieht man solche Pflanzen nicht allein saftig bleiben, sondern sogar ihre Knospen entwickeln, wenn man sie nicht mit Hülfe eines heißen Glätteisens getödtet und ausgetrocknet hat. Das Zellgewebe ist in hohem Grade entwicklungsfähig, ja, unter günstigen Verhältnissen sieht man nicht selten eine Zelle, sei es eines Axenorganes oder selbst eines Blattorganes, ganz selbstständig die Vermehrung übernehmen und eine Knospe bilden. Das ausgezeichnetste Beispiel dieser Art liefert das Moosblatt (Bryophyllum calycinum), eine Pflanze, deren Blätter in jeder Einbuchtung ihres lappigen Blattrandes Knospen erzeugen, wenn sie auf feuchter Erde liegen, ja, deren Knospen sich dann selbstständig bewurzeln, so daß sie endlich ganz selbstständige Pflänzchen werden. Solche Erscheinungen sind im höchsten Grade lehrreich zur Erkenntniß der wahren Bedeutung der regelmäßigen Knospenbildung und der Samenerzeugung. Die Blüthen der Crassulaceen (Fig. 600) zeigen meistens in vollster Regelmäßigkeit die Fünfzähligkeit der Blüthenorgane. Die Staubfäden stehen entweder nur in einem Quirle oder in mehreren, und es finden sich hier wieder theils gänzlich unterdrückte Quirle, in Folge deren dann ein nächst folgender scheinbar unmittelbar vor den fünf Kronenblättern, oder ein nächst früherer unmittelbar hinter den fünf Karpellen steht, und dabei ist oft noch bald ein mehr äußerer, bald ein mehr innerer Quirl zu Staminodien oder Nektarien verkümmert. Die fünf Karpelle bilden fünf abgeson-

derte Fruchtknoten, welche in hohem Grade Blättern gleichen, deren Ränder einwärts zusammengeschlagen sind (Fig. 601). Das Aufspringen der Balgfrüchte bei der Reife mit einer der Zusammenfügungsnaht entsprechenden Linie bestätigt diesen Vergleich.

Die Familie der Eiskräuter (Mesembryanthemeæ) hat in der Tracht die größte Uebereinstimmung mit den Dickblattgewächsen. Auch hier sind die Blätter oft so geformt, wie man sonst gewohnt ist, Axenorgane geformt zu sehen: walzrund, dreikantig u. s. w. (Fig. 602). Dabei sieht man auf einem Querschnitte deutlich, daß im Inneren die Zellen des Chlorophylls ganz entbehren, so daß man ein farbloseres Mark zu sehen glaubt, welches von einer grünen Rinde umgeben sei. Große Drüsen, mit wasserheller Flüssigkeit gefüllt, liegen entweder in die Oberfläche dieser Blätter eingesenkt oder ragen in Form kleiner Wärzchen aus derselben hervor und geben denselben dann oft ein Ansehen, als ob sie mit zarten Eiskrystallen bewachsen wären; es rührt daher die sehr verbreitete Benennung dieser Pflanzen, welche übrigens keineswegs Freunde des Eises, sondern nur in wärmeren Ländern, fast alle im südlichen Afrika, einheimisch und bei uns als Zimmerzierde beliebt sind. Von den Crassulaceen unterscheiden sie sich durch die Verwachsung ihrer fünf Karpelle zu einem fleischigen Fruchtknoten, welcher fünf Griffel trägt, oder aber auf seiner breiten oberen Fläche fünf strahlenförmige Stege zeigt. Diese Stege entsprechen jeder den Zusammenfügungsnähten der Blattsäume je eines Karpelles; sie sind drüsig und stellen selbst unmittelbar die Narben dar. Viele Mesembryanthemen besitzen sehr zahlreiche Quirle von Kronenblättern und haben somit „gefüllte" Blüthen. Die Staubfäden finden sich bei fast allen ebenfalls in sehr zahlreichen Quirlen. Die Blumen dieser Familie öffnen sich nur im Sonnenscheine, meistens nur des Mittags, doch in der trockenen Luft geheizter Zimmer auch zu anderer Zeit. Ihre Fruchtkapseln öffnen sich dagegen nur bei feuchter Witterung, wodurch in den während der einen Hälfte des Jahres völlig dürren und daher zum Keimen des Samens nicht geeigneten Sandstein- und Sandgegenden Afrika's die Fortpflanzung gesichert wird.

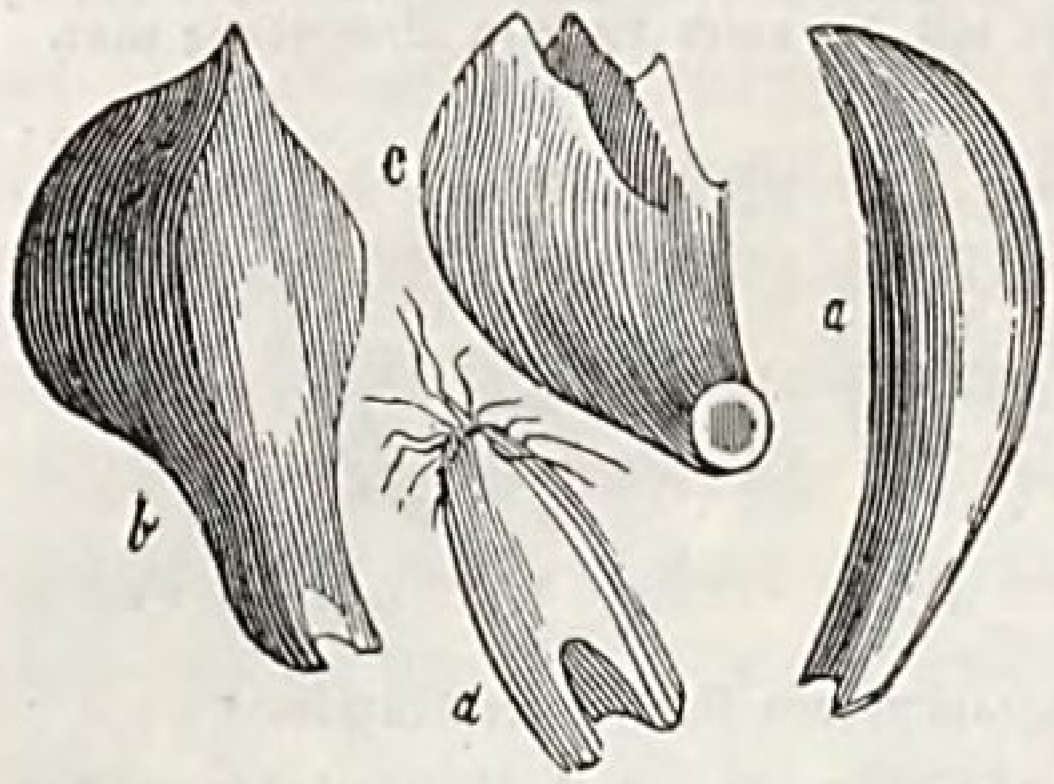


Fig. 602. Blätter von Eiskräutern (Mesembryanthemum).

Die Säfte der Crassulaceen sowohl, als der Mesembryanthemeen haben laugenhaften Geschmack und verdanken diesen einem reichlichen Gehalte an Alkalien, welcher einige derselben in hohem Grade zur Sodagewinnung tauglich macht.

Die Familie der Steinbreche (Saxifrageæ) enthält Pflanzen, welche mit den Crassulaceen und Mesembryanthemeen die allgemeineren Verhältnisse der Blüthen- und Fruchtbildung theilen, jedoch nicht so fleischige und oft ganz gewöhnliche Blätter tragen. Diese Blätter zeigen eine höchst eigenthümliche und nur bei einigen Proteaceen und Begoniaceen ebenfalls vorkommende Vertheilung der Stomate der Epidermis. Es finden sich solche nämlich nur innerhalb gewisser Bezirke, wo die Epidermis sehr kleinzellig ist, gruppenweise beisammen, während die übrige großzelligere Oberfläche keine Spaltöffnungen besitzt (Fig. 603). Während bei den Crassulaceen die Quirle der Blüthenorgane sämmtlich fast ganz unverwachsen und

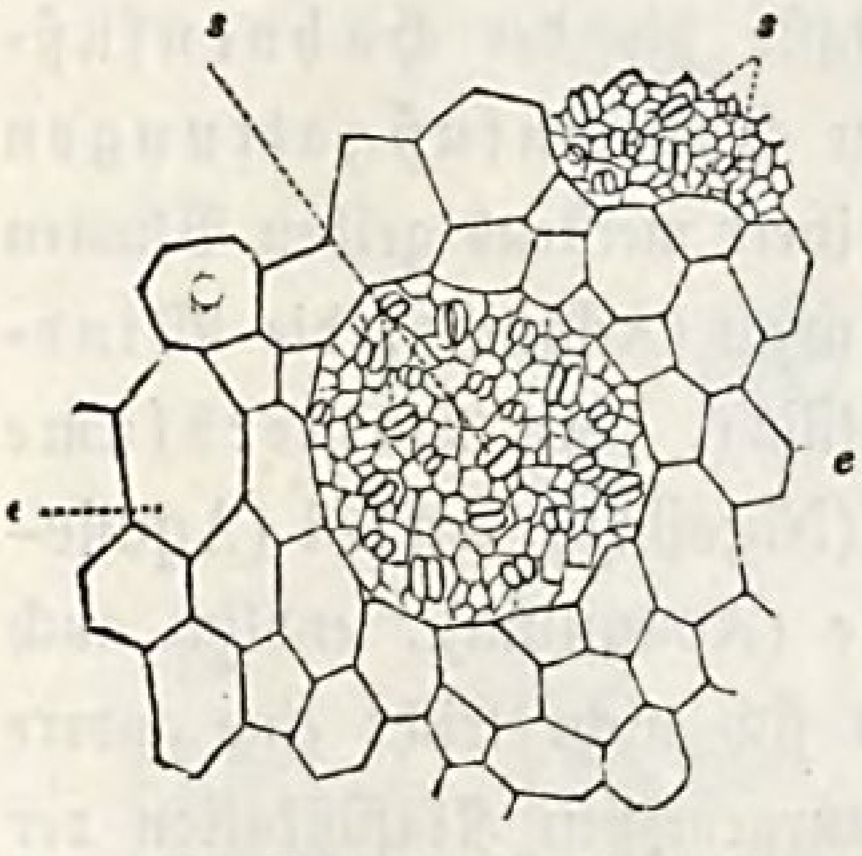


Fig. 603. Vergrößerte Darstellung eines Läppchens von Epidermis der Rankensteinbrech-Pflanze (Saxifraga sarmentosa). *

* e Große Epidermiszellen; s Gruppen von Stomaten in kleinzelligen Theilen der Epidermis.

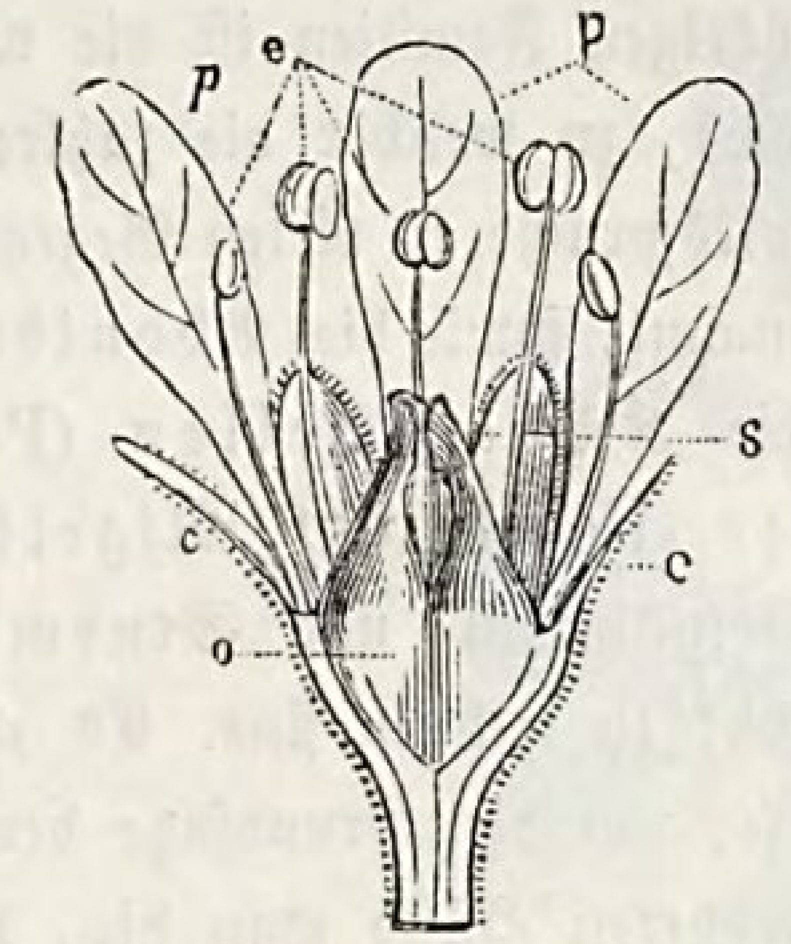


Fig. 604. Vertikalschnitt der perigynischen Blüthe von der Geumsteinbrech-pflanze (Saxifraga geum). *

* o Fruchtknoten; s Griffel; c Kelch; p Kronenblätter; e Staubfäden.

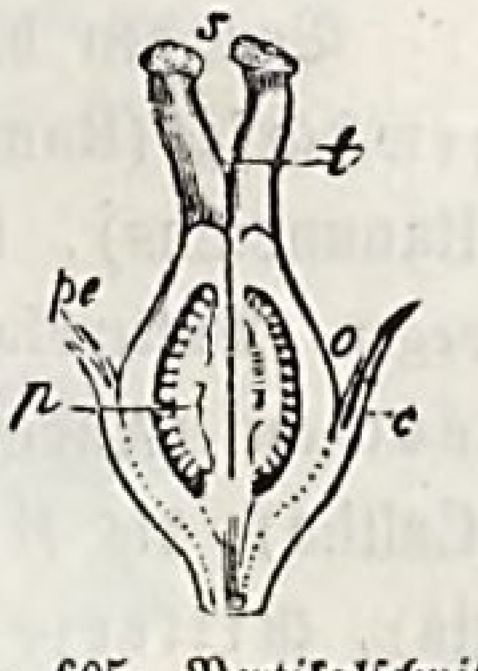


Fig. 605. Vertikalschnitt der perigynischen Blüthe der Japanischen Hoteia (Hoteia japonica). *

* c Kelch; pe Kronenblätter; o zwei verwachsene Karpelle; t Griffel, welche gesondert geblieben sind; s Narben; p Samenknospen.

somit ausgezeichnet hypogynisch sind, erscheinen die Mesembryanthemeen und in noch ausgezeichneterem Grade die Saxifrageen perigynisch, den vereinigten Karpellen zur Hälfte angewachsen (Fig. 604 und 605). Die Zahl der Karpelle, welche mit ihrem Fruchtknotentheile zu einem gemeinsamen Fruchtknoten vereinigt sind, deren Griffeltheile dagegen gesondert bleiben, beschränkt sich hier auf zwei.

Einige Saxifrageen gehören zu den ausgezeichnetsten Alpenkräutern.

Aus der Familie der Cunoniaceen (Cunoniaceæ), welche nur ausländische und keine wichtige Gewächse enthält, möge nur die beliebte Hortensie (Hydrangea hortensis) Erwähnung finden, jene so vielfach cultivirte Topfzierpflanze, deren schön rosenfarbig gefärbte und Kronenblättern völlig ähnlich gebildete Kelchblätter hauptsächlich den herrlichen Effekt der kugeligen Blüthenstände (Blüthenballen) bewirken. Die eigenthümliche Entwicklung der Kelchblätter, welche der in Japan wilden Pflanze ursprünglich fehlt, ist bei der cultivirten Varietät stets mit dem Mangel der Fortpflanzungsorgane verbunden: die Blüthen sind völlig unfruchtbar. Derselben Erscheinung hätten wir auch von der in Gärten cultivirten Varietät des sogenannten Schneeballenstrauches (Seite 942) erwähnen können, dessen Blüthenstand außerdem mit den kugeligen Trugdolden (d. h. scheinbaren Dolden, mit traubenartig verästeltem Blüthenstande) der Hortensie die größte Aehnlichkeit zeigt. Von letzterer kann man leicht eine blaublüthige Varietät erziehen, wenn man nämlich irgend ein Eisensalz der Erde beimengt, in welche man dieselbe pflanzt.

Fünfzehnte Ordnung.

Die Ranunkeln. Polycarpicæ.

Die Ordnung der Ranunkeln oder der vielfruchtigen Gewächse umfaßt außer der Familie der Hahnenfußgewächse, welche specieller ersteren Namen verdient, eine große Zahl anderer Familien, welche mit derselben viele Eigenthümlichkeiten theilen, besonders meistens auch diejenige, daß eine große Zahl von Karpellen, jedes einen besonderen Fruchtknoten bildend, um die Blüthenaxe geordnet stehen, so daß an jeder Blüthenaxe mehrere, oft sehr viele, Früchte sich ausbilden.

Von den hieher gehörigen Familien ist die wichtigste die der Hahnenfuß-gewächse (Ranunculaceæ), zu welcher die zahlreichen Hahnenfußgattungen (Ranunculus), in der Volkssprache in vielen Gegenden ihrer meistens gelben Blumen wegen „Butterblumen" genannt, sowie die Adonisröschen (Adonis), die Windröschen (Anemone), die Küchenschellen (Pulsatilla), die Dotterblume (Caltha), die Nießwurze (Helleborus), Nigellen (Nigella), Aclei (Aquilegia), Rittersporne (Delphinium) und Sturmhute (Aconitum), endlich auch die Waldreben (Clematis) zu rechnen sind. Es eignet sich nicht leicht eine andere Familie so sehr, wie diese, um die Grundsätze der naturgemäßen Klassifikation der Pflanzen zu studiren, mit deren Hülfe man die, das Studium so sehr erleichternden, Gruppen nahe verwandter Gewächse aufgestellt hat, welche wir als Familien zu bezeichnen pflegen. Man hat hier Gelegenheit, wahrzunehmen, wie bei der größten Veränderung der allgemeinen Tracht, bei der mannigfaltigsten Form und Ausbildung der verschiedenen Blüthenorgane, einige wenige übereinstimmenden Merkmale genügen, um die innige Verwandtschaft zu erkennen, welche sich in zahlreichen anderen, nicht so leicht aufzufassenden Aehnlichkeiten bestätigt, und welche doch ohne Beachtung jener Merkmale nicht ausgedrückt und begrenzt werden könnte. Zur Aufstellung solcher Merkmale muß sich eben die Bildung der Frucht und des Samens, dieser Organe, durch welche die Pflanzengattungen durch alle Zeiten hindurch in wesentlicher Gleichartigkeit sich fortpflanzen, vorzugsweise eignen, denn in der Bildung dieser Organe ist so zu sagen nur das Allerwesentlichste der Grundzüge der Pflanzen ausgedrückt, und wir sehen, daß die Organe in demselben Maße, wie sie dem Grade nach von dem Embryo und dem Samenkorne selbst entfernt sind, sich wohl zur Charakteristik engerer und immer engerer Gruppen eignen. So werden wir die Ranunculaceen nach der Bildung des Samens sämmtlich erkennen können, nach der Bildung der Früchte aber, der Blumenorgane und der Blätter unterscheiden wir mehrere Abtheilungen derselben, deren Mitglieder durch viele andere Aehnlichkeiten im engeren Kreise sich in einem innigeren Grade verwandt zeigen, als alle gemeinsam.

Die allgemeine Tracht der Ranunculaceen ist sehr verschieden; die Waldreben (Holzfasern derselben, s. Seite 629) sind holzige Lianen, die Windröschen, die Nießwurze, Ackleien, Sturmhute haben unter dem Boden ausdauernde Rhizome, aus denen alljährlich krautige, zum Theil beträchtliche große „Stauden" hervorsprossen, während sie unterirdisch durch Stocksprossen sich vermehren; die eigentlichen Hahnenfuße sind meist einjährige Kräuter mit büschelig verzweigter Wurzel, theils mit ausdauernder zwiebelähnlicher Knollenaxe (Fig. 606); das Scharbockskraut (Fig. 607), welches nur drei Monate hindurch grünt, trägt in den Achseln oberirdischer Blätter abfallende Bulbillknöllchen, während an der unterirdischen Axe sich Zweige mit kartoffelähnlichen Knöllchen entwickeln, welche im folgenden Jahre ein neues krautiges Pflänzchen erzeugen.

Die Blätter der Ranunculaceen sind meistens sehr vielfach eingeschnitten, ja fast getheilt, die unteren sogenannten Wurzelblätter von den höheren Stengelblättern, sowie von den Deckblättern oder Bracteen, aus deren Achseln die Blüthenstiele entspringen, oft sehr beträchtlich verschieden. Bei den Waldreben sieht man das ganze Blatt nicht selten auf die Mittelrippe beschränkt, welche dann um so länger ausgebildet ist und, sich spiralig um andere Gegenstände rollend, eine ausgezeichnete



Fig. 606. Der knollige Hahnenfuß (Ranunculus bulbosus), die ganze Pflanze, 1/2 d. nat. Gr. *

* b Zwiebelähnlicher Knollen, von den Phyllodien der unteren Blätter gebildet; a' die Jahresaxe, welche direkt die Blüthe f' trägt, während der aus ihr entspringende Zweig a'' die Blüthe f'', und der von diesem Zweig entspringende Zweig zweiten Grades a''' die noch geschlossene Blüthe f''' und schon die folgende zweigständige Knospe trägt.



Fig. 607. Das Scharbocks- oder Feigwarzenkraut (Ficaria ranunculoides), nat. Gr.

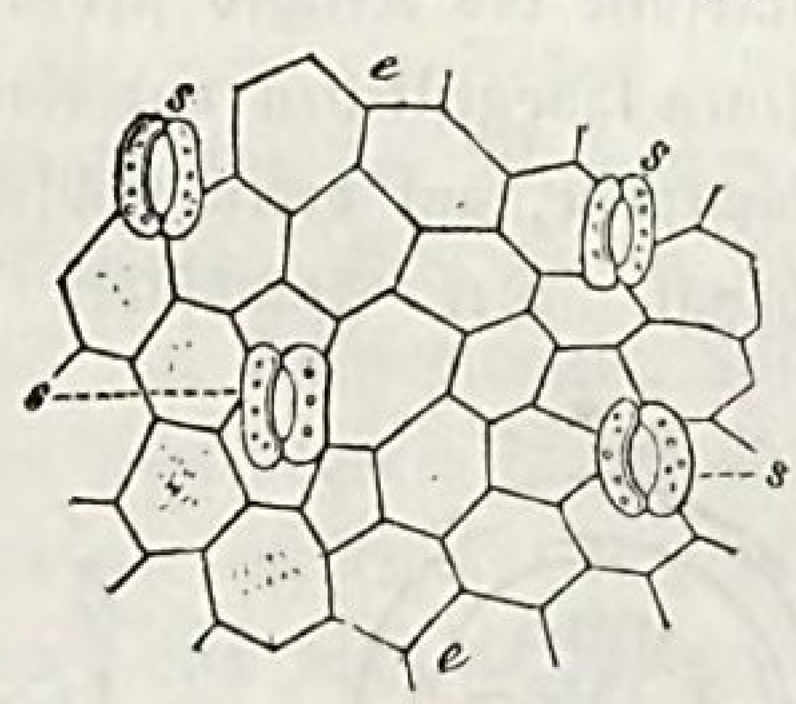


Fig. 608. Vergrößerte Darstellung eines Stückes der Epidermis von der oberen Blattfläche eines schwimmenden Blattes des Wasserhahnenfußes.*

* e Epidermiszellen; s Spaltöffnungen.

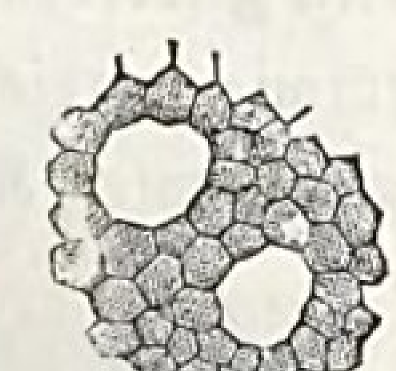


Fig. 609. Lücken im Zellgewebe des Wasserhahnenfußes.

Ranke darstellt. Der Zungenhahnenfuß (Ranunculus lingua) und der Flammenhahnenfuß (R. flammula) haben nur schmale zungenförmige Phyllodien, ganz ohne eigentliche Blattspreite, und könnten durch ihre Paralleladerigkeit eine Verwechslung mit Monocotyledoneen zulassen. Der ganz unter Wasser getaucht wachsende Fluthhahnenfuß (R. fluitans) trägt dagegen ächte tiefgetheilte Blätter, denen jedoch die Parenchymausbreitung ganz fehlt, so daß die Rippen derselben nur einen zerschlitzten Büschel von Fäden bilden. Beim Wasserhahnenfuße (R. aquatilis) sind die unter dem Wasser befindlichen Blätter ähnlich, zart haarförmig büschelig; die auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden dagegen sehen ganz anders aus, denn sie haben eine vollständige Parenchymausbreitung von herz- oder nierenförmigem, mitunter den Epheublättern ähnelndem, Umrisse. Bei diesen Blättern ist die das Wasser berührende untere Fläche frei von Epidermis und Stomaten, während die obere, der Luft ausgesetzte Seite solche besitzt (Fig. 608). Im Gewebe dieser schwimmenden Pflanzen befinden sich viele Luftlücken, gleichsam Schwimmaparate (Fig. 609).

Die Blüthen der Ranunculaceen haben theils deutlich unterschiedene grüne Kelch- und buntfarbige Kronenblätter, wie die eigentlichen Hahnenfuße, theils sind die Kelchblätter den Kronenblättern in Bildung und Färbung völlig gleich, wie bei den Ackleien, oder die Kronenblätter sind gering, die Kelchblätter aber groß und dabei bald buntfarbig, bald grün, wie bei den Nießwurzen, bald fehlen sie völlig, und es sind dann die Kelchblätter um so schöner gefärbt und um so größer, wie bei den Küchenschellen, Windröschen, Waldreben. Im Allgemeinen herrscht die

Fünfzahl, bei den Waldreben die Vierzahl. Die grünfarbigen Kelchblätter sind von der allereinfachsten Form, die buntfarbigen oft sehr seltsam; bei dem Rittersporne (Delphinium consolida) ist das eine derselben mit einem langen und tiefen Trichtersacke versehen, „gespornt“, bei der Acklei (Aquilegia vulgaris) laufen alle fünf in solche noch obendrein hakenförmig gekrümmte Sporne aus. Bei dem Sturmhute (Aconitum) sind die Kelchblätter sehr ungleich, das eine, der Hauptaxe des Blüthenstandes zugewandte, kapuzen- oder helmförmig vertieft. Die Kronenblätter tragen bei den Hahnenfußen, Nießwurzen und einigen nahe verwandten Arten am Grunde stets ein honig absonderndes Schüppchen (Fig. 610). Bei den Ackleien sind sie gespornt, wie die Kelchblätter, bei dem Rittersporn stecken die Sporne von zweien in dem Sporne des Kelches, oder mitunter sind alle Kronenblätter in einen Sporn verwachsen. Bei den Sturmhuten sind von den fünf Kronenblättern drei stets sehr kleine Schuppen oder auch gar in Staubfäden verwandelt, während die zwei, welche zunächst vor dem Helmblatte des Kelches stehen, zu höchst seltsam gestalteten Nektarien geworden sind, jenen langgestielten und einwärts gekrümmten, nach oben keulenförmig verdickten Filamenten, auf deren Gipfel, statt des Staubbeutels, ein dicker gekrümmter Kolben hangt. Der Staubfäden finden sich stets mehrere fünfzählige

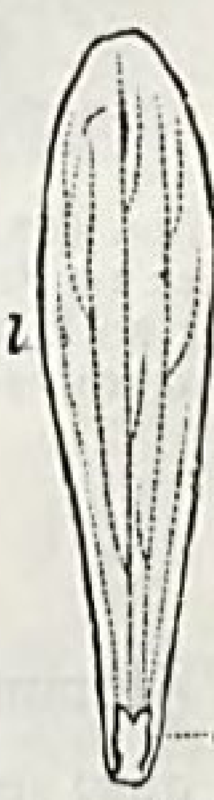


Fig. 610. Ein Kronenblatt von der Blüthe des Scharbocksfrautes (Ficaria ranunculoides), dreifache Größe.*

* *l* Kronenblatt; *a* Nektarium.

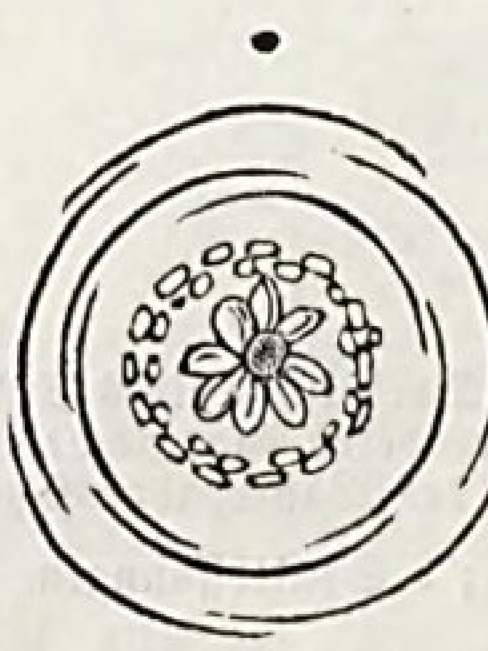


Fig. 611. Diagramm der Blüthe des scharfen Hahnenfußes (R. acris). Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; ein vielfacher Kranz von Staubfäden; viele Karpelle als gesonderte Fruchtknoten, spiralig um die Blüthenaxe angeordnet.

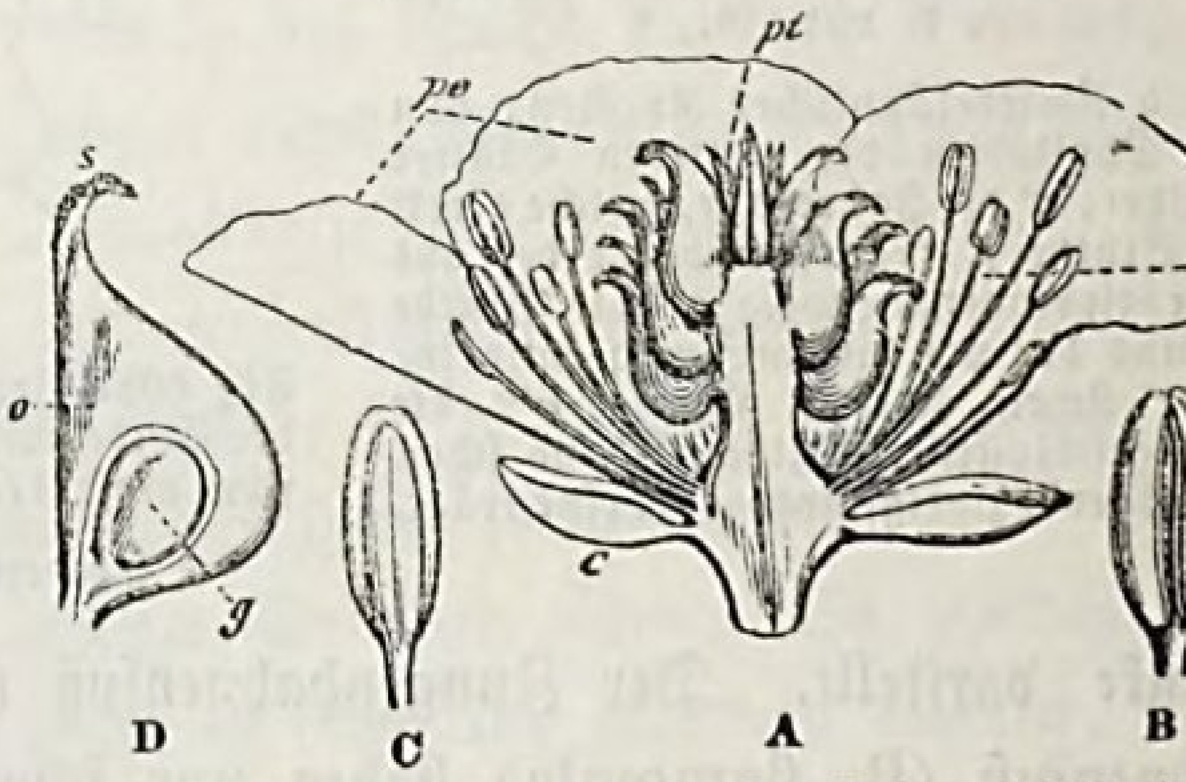


Fig. 612. Blüthe des scharfen Hahnenfußes. *

A Die Blüthe senkrecht durchschnitten, fünffach vergrößert dargestellt; *c* Kelchblätter; *pe* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *pi* die Blüthenaxe mit den zahlreichen Fruchtknoten, welche spiralig an derselben geordnet stehen.

B Eine Anthere, stärker vergrößert, von der Außenseite gesehen, wo ihre Fächer sich öffnen;

C Dieselbe von der Innenseite.

D Ein Fruchtknoten, ebenfalls stärker vergrößert, senkrecht durchschnitten; *o* Karpell; *s* Narbe; *g* Samenknospe, welche in der Achsel des Karpells steht und sich umgekehrt hat, so daß die Mikropyle sich in der Achsel befindet.



Fig. 616. Ein reifes Samenkorn aus der Balgfrucht der schwarzen Nießwurz (H. niger), senkrecht durchschnitten, vergrößert.*

* *f* Nabelstrang; *h* Nabelpunkt; *c* Knospengrund, an welchem noch eine Spur des Perispermgewebes zu erkennen ist; *t* Samendecke; *p* Endosperm; *e* Embryo.

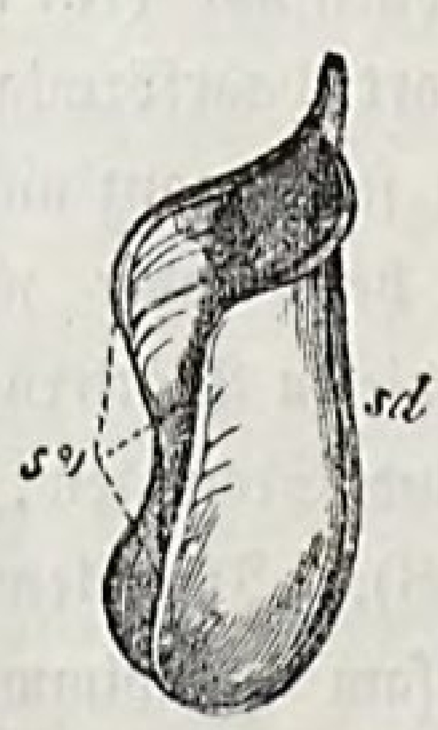


Fig. 615. Eine Balgfrucht (mehrsamig) von der stinkenden Nießwurz (Helleborus foetidus), nach dem Aufspringen. *

* *sd* Mittelrippe des Karpells; *sv* die aufgesprungene Naht an der inneren Seite der Frucht, den Rändern des Karpells entsprechend.

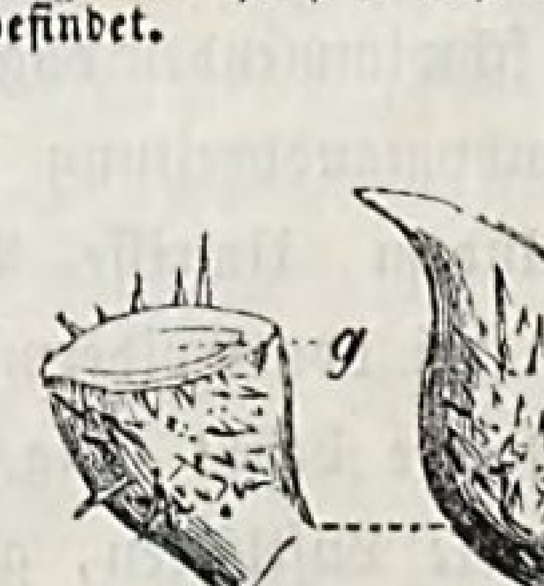


Fig. 614. Eine einsamige Schließfrucht des stachelfruchtigen Hahnenfußes (R. muricatus). *

* 1 Die ganze Schließfrucht oder Achäne, mit Stacheln besetzt; 2 die nämliche horizontal durchschnitten, um das Samenkorn *g* zu zeigen, welches nicht mit der Fruchtwandung verwachsen ist.

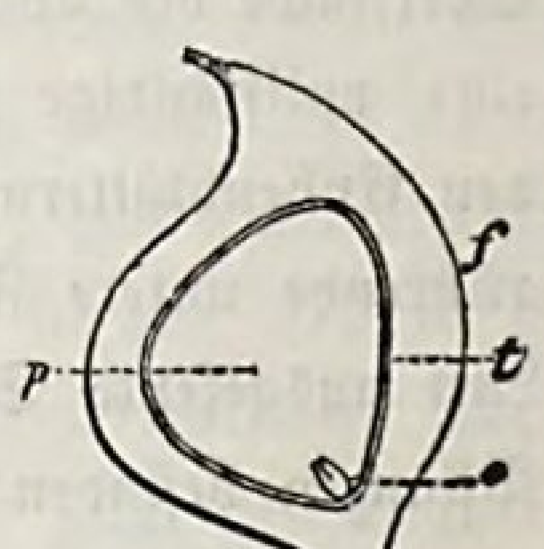


Fig. 613. Eine reife Balgfrucht des scharfen Hahnenfußes, senkrecht durchschnitten, fünffach vergrößert. *

* *f* Frucht (Karpell); *t* Samendecke; *p* großes Endosperm; *e* sehr kleiner Embryo, das Würzelchen zur Mikropyle kehrend.

Quirle (Fig. 611); die Antheren derselben haben die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, daß sie sich, wie die der Irideen, nach der auswärts gewandten Seite öffnen (Fig. 612). Obendrein sind bei den Nießwurzen die Narben noch nicht entwickelt, während die Antheren ihren Blüthenstaub verschütten, so daß die Befruchtung, hier nur durch Uebertragung aus verschiedenen Blüthen möglich ist. Ein solches Beispiel kennt man auch von der Hainsimse (Luzula) unter den Graslilien (S. 813). Insekten scheinen in diesen Fällen die Befruchtung zu vermitteln. Die Blüthenaxe ragt als ein kegel- oder zapfenförmiger Körper in der Blüthe empor und ist in spiraliger Ordnung besetzt mit zahlreichen, oft sehr kleinen Fruchtknoten, deren jeder aus einem deutlich blattartigen Karpelle, mit „sitzender", d. h. nicht auf einem langen Griffel stehender, Narbe besteht. Bei den Nigellen und in geringerem Grade bei mehreren diesen zunächst verwandten Gattungen, sind die einzelnen Fruchtkarpelle zu einem Fruchtknoten vereinigt. Besonders ausgezeichnet ist dagegen die Fruchtknotengruppe in der Blüthe des Mauseschwänzchens (Myosurus minimus), indem dieselbe hier die Form einer dünnen Aehre besitzt und ein solches Aussehen hat, daß sie den Namen der Pflanze veranlassen konnte. Bei den Waldreben, den Hahnenfußen, Windröschen, Küchenschellen, Mauseschwänzen, steht in der Achsel jedes Karpelles eine einzige verkehrte Samenknospe; bei den Dotterblumen, Nießwurzen, Nigellen, Ackleien, Rittersporne und Sturmhuten steht dagegen in der Achsel jedes Karpelles eine Zweigaxe der Blüthenaxe, welche mit mehreren, oft vielen, Samenknospen besetzt ist. Reifend bildet der Fruchtknoten eine nicht aufspringende Schließfrucht, oder eine an der Naht aufspringende Balgfrucht (Fig. 613), ersteres bei den ersteren Geschlechtern (Fig. 614), wo dieselbe einsamig, letzteres bei den anderen (Fig. 615) wo dieselbe mehrsamig ist. Der Same enthält ein großes Endosperm und einen sehr kleinen Embryo mit kurzem dickem Axenorgane (Fig. 616).

Alle Ranunculaceen enthalten in ihren Säften giftige Pflanzenalkaloide, einige in solcher Menge, daß sie zu den gefährlichen Giftpflanzen gehören. Mehrere derselben sind dieser Substanzen wegen in arzneilichem Gebrauche, besonders die Sturmhute, welche das Aconitin enthalten.

Die Familie der Gichtrosen (Pæoniaceæ), benannt nach der allgemein bekannten Gartenpflanze, der Gicht-, Pfingst- oder Bauernrose (Paeonia officinalis), unterscheidet sich von den Ranunculaceen nur durch das einzige Merkmal, daß die Antherenfächer sich nach der Innenseite gegen die Karpelle öffnen.

Die Familie der Rosenäpfel (Dilleniaceæ), der vorigen nahe verwandt, aber durch sehr große, fleischige Beeren darstellende Früchte ausgezeichnet, gehört nur der heißen und der südlichen gemäßigten Zone an.

Die Familie der Tulpenbäume (Magnoliaceæ) ist wenigstens durch einige Gartenzierbäume aus dem tropischen Asien und Amerika zu uns verpflanzt. Die immergrüne großblüthige Magnolia (Magnolia grandiflora) ist im südlichen Europa, der virginische Tulpenbaum (Liriodendron tulipifera) auch in Deutschland in Gärten verbreitet. Die Blüthen dieser Bäume sind Tulpen einigermaßen ähnlich, indem die Kelchblätter sehr groß und von den Kronenblättern nicht unterschieden, und beide dreizählig sind. Im Innern der Blüthe erhebt sich, von sehr zahlreichen Staubfäden umgeben, die Blüthenaxe sehr lang; dieselbe ist mit spiralig geordneten Karpellen ganz dicht bedeckt (Fig. 617). Letztere öffnen sich durch einen Rückenspalt, worauf

bei der Magnolia die Samenkörner durch eine außerordentliche Verlängerung der Nabelstränge an langen Fäden aus denselben herborhangen. Auch der Sternanis unserer Apotheken gehört einer Pflanze dieser Familie an (Illicium anisatum), welche in China, Japan und auf den Philippinischen Inseln einheimisch ist.

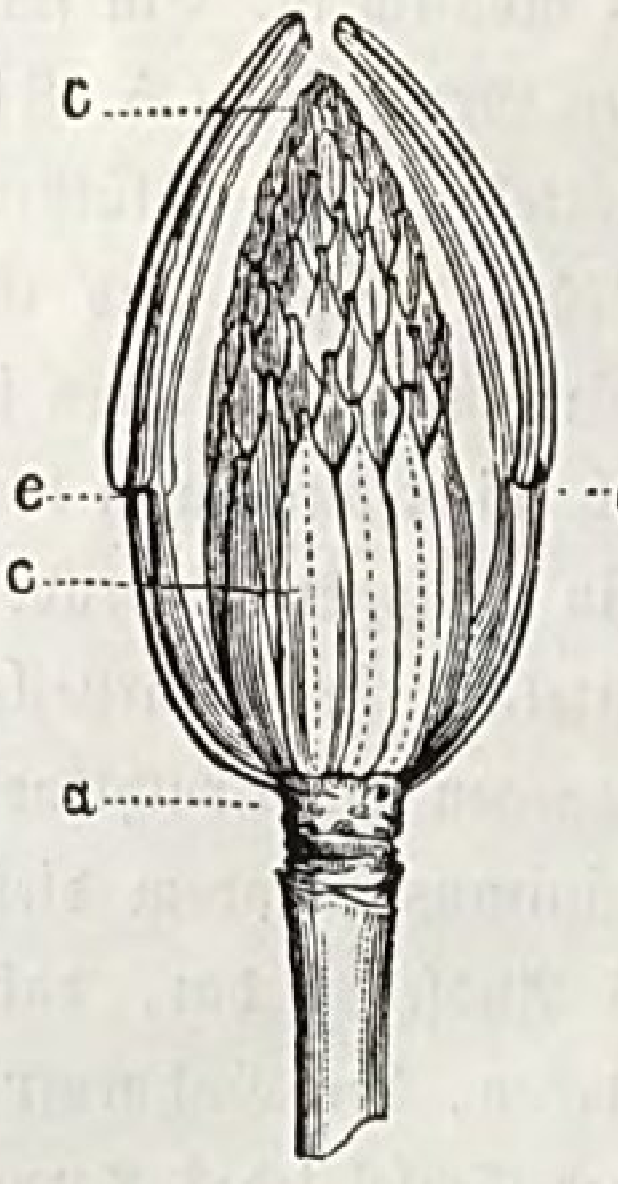


Fig. 617. Das Innere der Blüthe des Tulpenbaumes (Liriodendron tulipifera). *

* a Blüthenaxe, mit den Narben der hinweggenommenen Perigonblätter und der meisten Staubfäden; ee einige stehen gelassene Staubfäden; cc die mit Karpellen ganz bedeckte kegelförmige Vorragung der Blüthenaxe.



Fig. 618. Ein Zweig des schuppigen Flaschenbaumes (Anona muricata), mit einer Blüthe, einem jungen Fruchtstande, einem etwas mehr entwickelten Fruchtstande, einem reifen Fruchtstande und einem solchen horizontal durchschnittenen. Man kennt diesen eßbaren Fruchtstand unter dem Namen „Ochsenherzapfel."

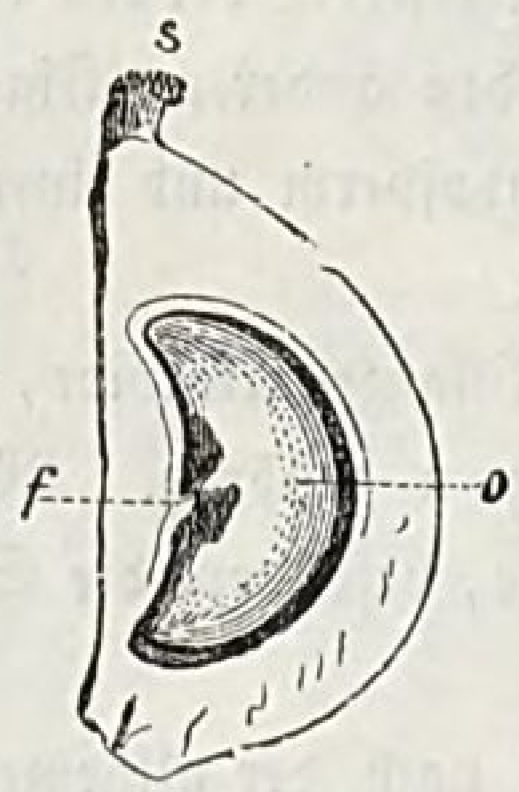


Fig. 620. Senkrecht durchschnittener Fruchtknoten des rankenden Mondsamen-Ziersrauches aus Kanada (Menispermum canadense). *

* s Narbe; f Nabelstrang; o krummliegendes („kampylotropes") Samenknöspchen.



Fig. 619. Ein Zweig des Muskatnußbaumes (Myristica moscata) mit einer aufgesprungenen Frucht, daneben eine andere, von welcher die eine Hälfte abgenommen ist, um die Samenhülle, die sogenannte Muskatblüthe, zu zeigen, in welcher der Same, die sogenannte Muskatnuß, verhüllt liegt.

Die Familie der Anonaceen (Anonaceæ), ebenfalls fast ausschließlich tropisch, zeichnet sich aus durch Fruchtstände, welche denen der Magnolien ähnlich sind, aber durch Verwachsung der zahlreichen Karpelle eine große Fleischfruchtmasse darstellen (Fig. 618). Nahe verwandt mit den Anonaceen ist die Familie der Muskatpflanzen (Myristiceæ), welche freilich nur einen einzigen einsamigen Fruchtknoten besitzen. Es gehört zu dieser der ächte molukkische Muskatbaum (Fig. 619), dessen Samen, die gewürzreiche Muskatnuß, in so allgemeinem Gebrauche ist. Der reife Fruchtknoten springt zweiklappig auf; die „Nuß" liegt darin noch von einer eigenthümlichen zerschlitzten blätterigen rothgelben Hülle umgeben. Diese Hülle, welche im Handel ebenfalls als Gewürz unter dem ganz falschen Namen „Muskatblüthe" verbreitet ist, besteht aus Blattorganen, welche sich erst nach der Befruchtung aus

der die Samenknospe im Fruchtknoten tragenden Axe, dem Nabelstrange, unter dem Knospengrunde entwickelt, ähnlich wie die Schale bei der Haselnuß, nur in einer Form, welche mehr der äußeren Becherhülle dieser Frucht ähnelt. Der Same, die sogenannte Muskatnuß, besitzt nur eine sehr zarte Samendecke, welche die runzeligen Eindrücke der Samenhülle zeigt; die Hauptmasse derselben ist das sehr beträchtliche, von gewürzhaftem Oele durchdrungene Endosperm, welches an einem Ende einen Embryo mit blattartigen, etwas ausgebreiteten Cotyledonen in einer Höhlung enthält.

Die Familie der Mondsamen (Menispermeæ) steht in der Bildung der Blüthe besonders durch die Vielzähligkeit der Fruchtknoten den Ranunculaceen näher, als die vorige. Aber die Samen sind hier innerhalb der Früchte anders angeheftet, indem sie schildartig und gekrümmt an dem Nabelstrange stehen (Fig. 620). Die Früchte einer Pflanze dieser Familie (Cocculus suberosus) sind die sehr narkotisch giftigen Kokkelskörner.

Die Familie der Berberitzen (Berberideæ) gehört in die nämliche Ordnung, obgleich bei diesen Pflanzen nur ein einziger Fruchtknoten vorhanden ist. Unser gemeiner Sauerdorn oder Berberitzenstrauch ist ein bekanntes Beispiel. Derselbe zeichnet sich aus durch die seltsame Bildung der Blätter, deren Mittelrippe, meistens nebst den Mittelrippen zweier Nebenblättchen, sich zu steifen Dornen ausbildet. Aus der Achsel einer jeden derartigen Dornengruppe entspringt ein Zweig, mit gewöhnlich geformten ausgebreiteten Blättern versehen (Fig. 621). Mitunter sind die Nebenblätter in gewöhnlicher Ausbildung als Blätter neben dem, in diesem Falle einzigen Dorne des Blattes erhalten; auch kommt bisweilen der entgegengesetzte Fall vor, ein Blatt zwischen zweien Nebendornen. Die Blüthen stehen in Trauben (Fig. 622). Die Antherenfächer der Staubfäden springen jedes mit einer Klappe ihrer ganzen Länge nach auf. Diese Staubfäden zeigen die seltsame Reizbarkeit, von welcher die Narbe der Mimulus (Seite 969) ein Beispiel gab, in sehr auffallendem Grade. Während dieselben nämlich gewöhnlich von der Mitte der Blüthe



Fig. 621. Ein Zweig des gemeinen Sauerdornstrauches (Berberis vulgaris), dessen Blätter *fff* die Gestalt mehr oder weniger vollkommener ästiger Dornen angenommen haben; *rrr* Rosetten gewöhnlich gebildeter Blätter, welche in den Achseln der Dornen stehen.



Fig. 622.
Der traubenförmige Blüthenstand des gemeinen Sauerdorns.*

* *f* Ein Blatt, in Form eines Dornes; *s* die Nebenblättchen, welche in diesem Falle nicht als Dornen erscheinen; *a'* Hauptaxe des Blüthenstandes, welche aus der Achsel des Dornblattes entspringt und die Blüthenstiele *a''* in den Achseln sehr kleiner Deckblättchen *b* trägt.

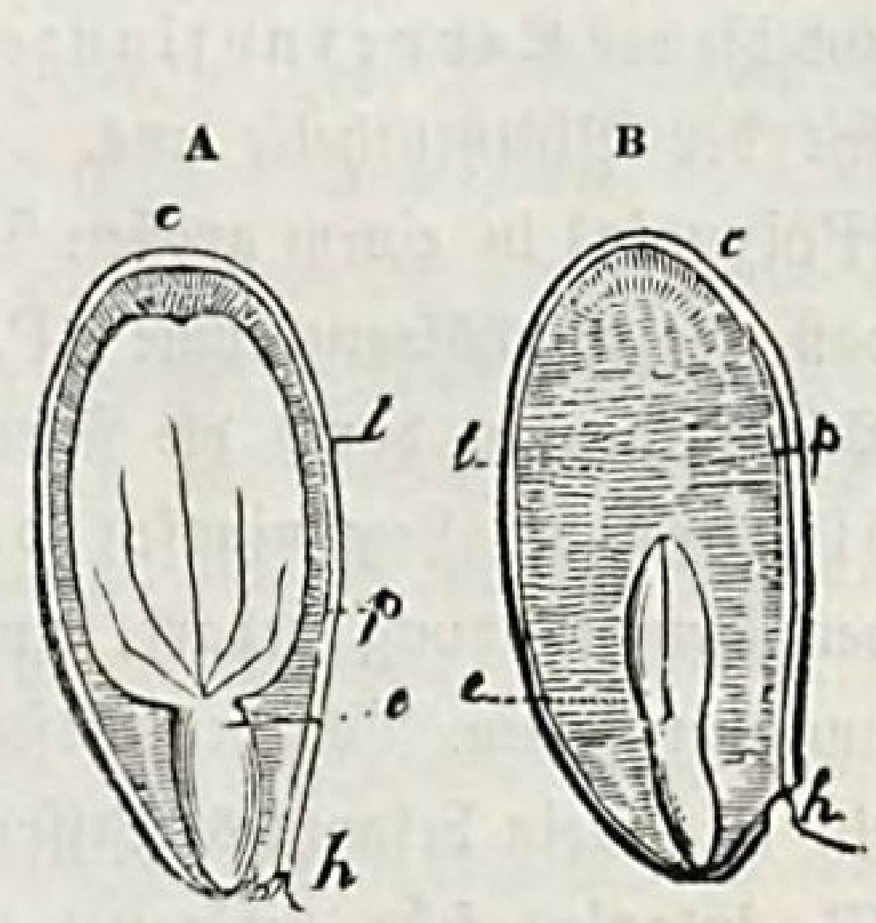


Fig. 623. Vergrößerte Darstellung senkrechter Durchschnitte der Samen von Berberideen.*

* A Der Same des gemeinen Sauerdornes; B der Same der Diphylleia (Diphylleia peltata); h Nabelpunkt; *c* Knospengrund; *t* Samendecke; *p* Endosperm; *e* Embryo, das Wurzelende seines Axenorganes der neben dem Nabel befindlichen Mikropyle zuwendend.

nach außen aufwärts gekrümmt ganz an die Kronenblätter geschmiegt liegen, erheben sie sich, sobald man ihren unteren Theil mit einer Nadel oder einem Haare berührt, ziemlich rasch und nähern sich mit ihren Staubbeuteln der Narbe. Auch hier ist die Erklärung dieser Erscheinung noch nicht gefunden. — Während der Same des eigentlichen Sauerdorns, dessen Früchte sich zu säuerlichen, rothen, länglichen Beeren ausbilden, in einem geringen Endosperm einen ziemlich großen Embryo beherbergt, sind einige andere Pflanzen der nämlichen Familie, ganz wie die Ranunculaceen, mit ganz kleinem Embryo in einer beträchtlichen Endospermhülle versehen (Fig. 623). —

Sechzehnte Ordnung.

Die Mohne. Rhœadeæ.

Die Familie der eigentlichen Mohne bildet mit der naheverwandten der Kreuzblüthler, sowie mit mehreren anderen, sich nahe an dieselben anschließenden kleineren Familien die Ordnung, welche nach ersterer benannt werden kann. Ein einzelnes allgemeines Merkmal für die ganze Ordnung läßt sich nicht aufstellen — ein Mangel, welcher mehr oder weniger alle Ordnungen trifft und welcher eben beweist, daß die Ordnungen nichts sind, als willkürlich umgrenzte Gruppen von Pflanzenfamilien, welche vieler innigen Verwandtschaften wegen so zusammengestellt sind, ohne Verstoß gegen die Natur aber auch in anderer Weise zusammengestellt werden könnten und in der That fast in jedem botanischen Buche verschiedenartig zusammengestellt werden. Die Pflanzengattungen (Arten — species) bestimmt die Natur durch die Abstammung; die übrigen Classifikationsgruppen, Geschlechter, Familien, Ordnungen, bestimmt die Willkür der Gelehrten, und diese verfährt dabei meistens nach sehr verschiedenen Grundsätzen. In demselben Grade müssen diese Gruppirungen daher werthloser und unwesentlicher erscheinen.

Die Familie der Polygaleen (Polygaleæ), die der Reseden (Resedaceæ) und die der Kappernpflanzen (Capparideæ) zeichnen sich durch große Unregelmäßigkeit der Blüthentheile aus. Aus ersterer sind mehrere Arten von Kreuzblumen (Polygala) in einem großen Theile Europa's verbreitet, und es verdient Erwähnung, daß die Buchskreuzblume (P. chamæbuxus) der süddeutschen und voralpinischen Hügelgegenden durch die Form ihrer Blüthen den sogenannten Schmetterlingsblüthen der Leguminosen so sehr ähnelt, daß es einer Untersuchung der abweichenden Fruchtbildung bedarf, um diese Pflanze nicht für eine Angehörige jener Ordnung zu halten. Von den Reseden ist die wohlriechende Gartenresede (Reseda odorata) ein allgemein bekanntes Beispiel, ebenso wie die zum Gelbfärben benutzte Wauresede (R. luteola) sehr verbreitet ist. Dieser Familie steht sehr nahe die Neuholländische Familie der Tremandreen (Tremandreæ), von denen sich einige durch die Seltsamkeit auszeichnen, daß ihre Antheren vierfächerig sind (Fig. 624), eine Erscheinung, welche sich sonst nur bei noch nicht völlig ausgebildetem Pollen beobachten läßt. Von den Kappariden, zu welchen diejenigen Pflanzen gehören, deren gewürzreiche Blüthenknospen unter dem Namen Kappern im Handel bekannt sind, möge nur die merkwürdige Erscheinung erwähnt werden, daß einige Pflanzen dieser Familie eine auffallende Verlängerung der Blüthenaxe über

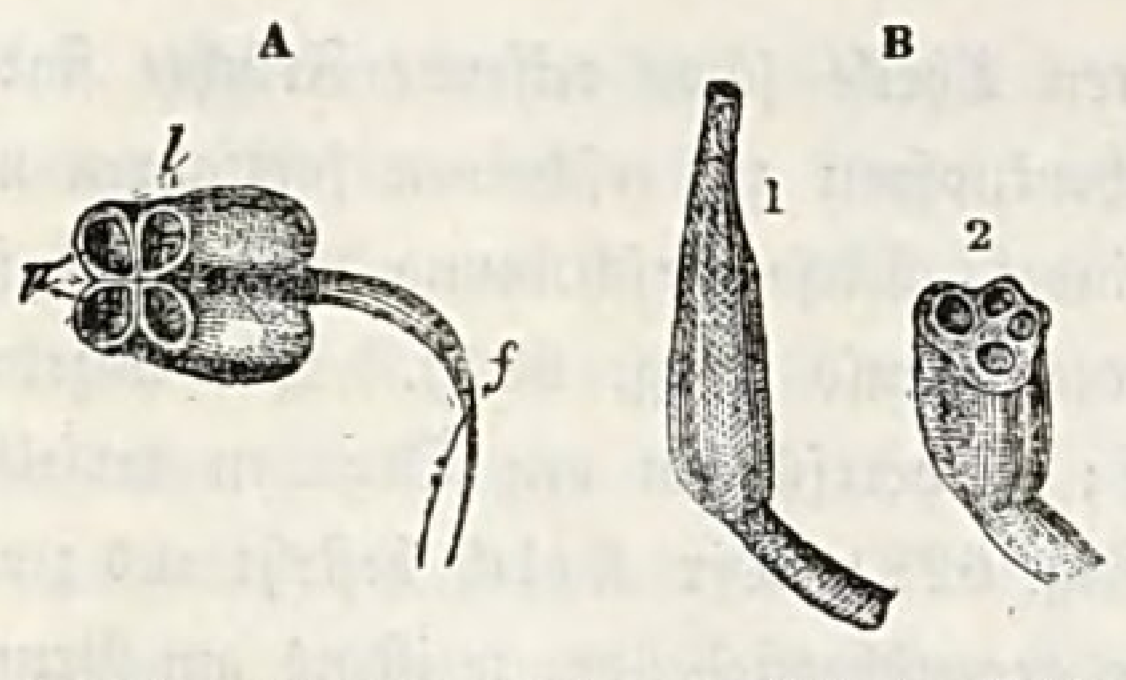


Fig. 624. Vergrößerte Darstellung vierfächeriger Antheren.*

* A Anthere einer Voranthere (Poranthera); *f* Filament; *l* Fächer; *p* vier Löcher, mit denen die Fächer sich öffnen, um den Pollen zu verschütten.
B Anthere der binsenartigen Tetratheka (Tetratheca juncea); 1 die Anthere von außen, am Gipfel mit einem einzigen Loche geöffnet, welches für die vier Fächer gemeinsam dient; 2 dieselbe mitten durchschnitten, um die vier Fächer zu zeigen.



Fig. 625. Die Blüthe einer Capparidee (Gynandropsis palmipes) aus Westindien. *

* *c* Vierblätteriger Kelch; *p* vierblätterige Blumenkrone; *ag'* Internodium der Blüthenaxe, welches den Quirl der Staubfäden von den Blumenblättern entfernt; *e* Staubfäden; *ag''* zweites verlängertes Internodium der Blüthenaxe; *o* Fruchtknoten; *f* Griffel.



Fig. 626. Die gemeine Kohlpflanze (Brassica oleracea) als Braunkohl.

dem Ursprungspunkte der Blumenblätter besitzen, indem der Quirl der Staubfäden durch ein langes Internodium von den Blumenblättern, und der Fruchtknoten wiederum durch ein langes Internodium von den Staubfäden entfernt ist (Fig. 625). — Die Familie der Erdrauche (Fumariaceæ) ähneln in der Form ihrer Blüthen mit großentheils verwachsenen Blättern einigermaßen manchen Labiaten. Zu dieser Familie gehört die Corydalis, deren Pollen Fig. 293 abgebildet ist.

Die Familie der Kreuzblüthler (Cruciferæ) ist eine der wichtigsten, sowohl durch die außerordentlich große Zahl von Arten, mit welcher dieselbe in Europa verbreitet ist, als auch durch den mannigfaltigsten Nutzen, welche viele dieser Arten dem Menschen gewähren. Die Kressen, die Kohle, die Rüben, Rettige, Senf, der Färberwaid u. s. w. gehören hieher. Die außerordentliche Einförmigkeit der Blüthen- und Fruchtbildung macht die Auffassung der Merkmale dieser im übrigen so formenreichen Familie ebenso leicht, als andererseits die Unterscheidung der Geschlechter und Arten durch dieselbe erschwert wird. Es gibt nur wenige Beispiele anderer als krautartiger, ein- oder höchstens zweijähriger Kreuzblüthler (Fig. 626). Vielfach verästelte Blüthenstände, meistens Rispen oder doldenähnliche aufrechte Trauben, deren einzelne Aeste stets ohne bemerkbare Deckblättchen aus den Axen höherer Ordnung zu entspringen pflegen, sind allen gemein. Es schreitet die Entwicklung der einzelnen Blüthen vom unteren Theile des Blüthenstandes gegen den oberen

Theil fort, so daß man meistens am unteren Theile schon reifende Früchte findet, während am oberen Theile noch neue Blüthenknospen zu erscheinen fortfahren und der mittlere Theil sich in vollstem Flore befindet. Diese Erscheinung wiederholt sich an allen einzelnen Zweigen des Blüthenstandes ebenso (Fig. 627). Die einzelnen Blüthen sind in hohem Grade symmetrisch; es herrscht in den Organen derselben die Zweizahl und das Vielfache derselben (Fig. 628). Der **Kelch** besteht aus zweimal zwei Blättern, von denen zwei, einander gegenüberstehende, meistens am Grunde ein wenig sackförmig vertieft sind, während die beiden anderen, welche jene in ihrer Stellung kreuzen, die allereinfachste Form besitzen. Die Krone besteht wiederum aus zweimal zwei Blättern, welche mit den vorigen abwechselnd stehen und deren über die Spitzen der Kelchblätter auswärts geneigte breitere Endlappen ein sehr regelmäßiges Kreuz darstellen (Fig. 629). Daher die Benennung der Familie. Die Kronenblätter sind bei fast allen Kreuzblüthlern weiß oder gelb, selten mit roth gemischt. — Die Staubfäden, deren im Ganzen sechs vorhanden sind, stehen so (Fig. 630), daß den beiden sackförmigen Kelchblättern in der Stellung



Fig 627. Ein Zweig des Blüthenstandes des gemeinen Rübsamen (**Brassica rapa**), dessen Aestchen unten Samenschoten, in der Mitte Blüthen, oben Blüthenknöspchen tragen.



Fig. 628. Diagramm der Blüthe einer Crucifere. Vier Kelchblätter, von denen zwei am Grunde sackförmig; letztere sind durch Doppellinien angedeutet; vier Kronenblätter; vier (längere) und zwei (kürzere) Staubfäden; ein zweifächeriger Fruchtknoten, worin zwei wandständige Samenträger mit Doppelreihen von Samenknöspchen besetzt, deren auf einem Horizontalschnitte, der abwechselnden Stellung wegen, nur eines in jedem Fache getroffen wird.

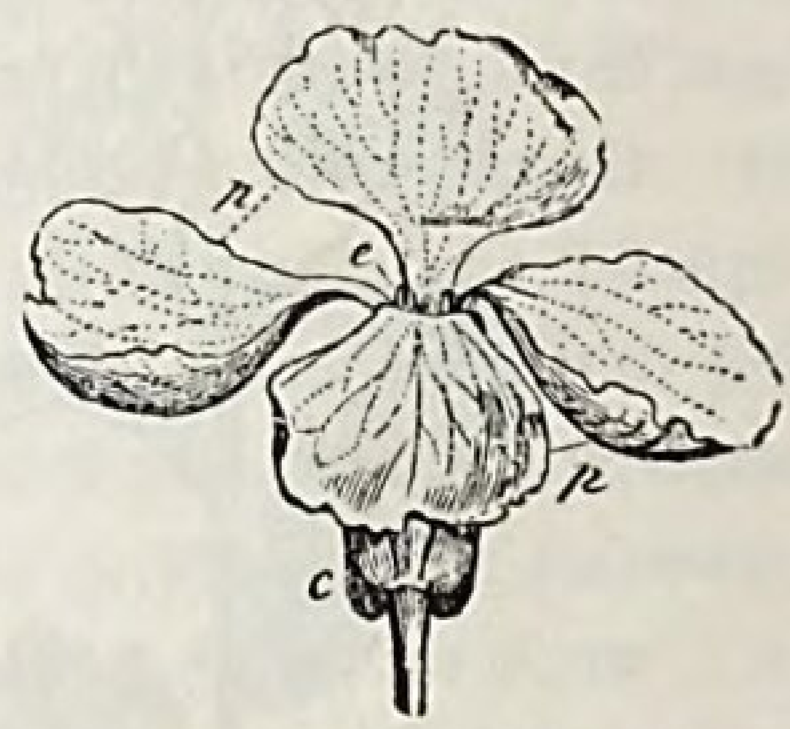


Fig. 629. Eine Blüthe des gemeinen Goldlack oder Gelbveigelein (**Cheiranthus cheiri**). *

* Kelch, dessen beide seitlich stehende Blättchen unten sackartig vorragen; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden.



Fig. 630. Die inneren Blüthenorgane der Goldlackblume, vergrößert. *

* *p* Gipfel des Blüthenstielchens; *c* Narben der Kelchblätter und Kronenblätter; *t* drüsige Anschwellung am Grunde der tetradynamischen Staubfäden; *ep* kürzere Staubfäden; *eg* längere Staubfäden.



Fig. 631. Die inneren Blüthenorgane der Mauerrauke (**Erysimum murale**), vergrößert. *

* *g* Gipfel des Blüthenstielchens; *c* Narben der Blumenblätter, nahe über denselben bemerkt man die drüsige Anschwellung und vorragende Nektarien (Staminodien); *e'* kürzere Staubfäden; *e''* längere Staubfäden; *p* die Narbe des Fruchtknotens.

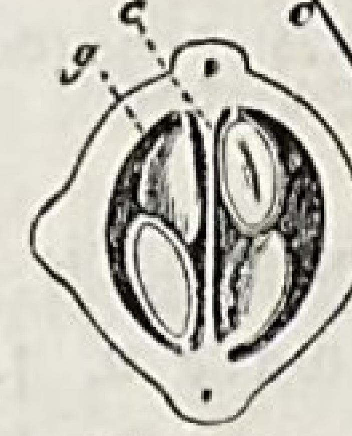


Fig. 633.

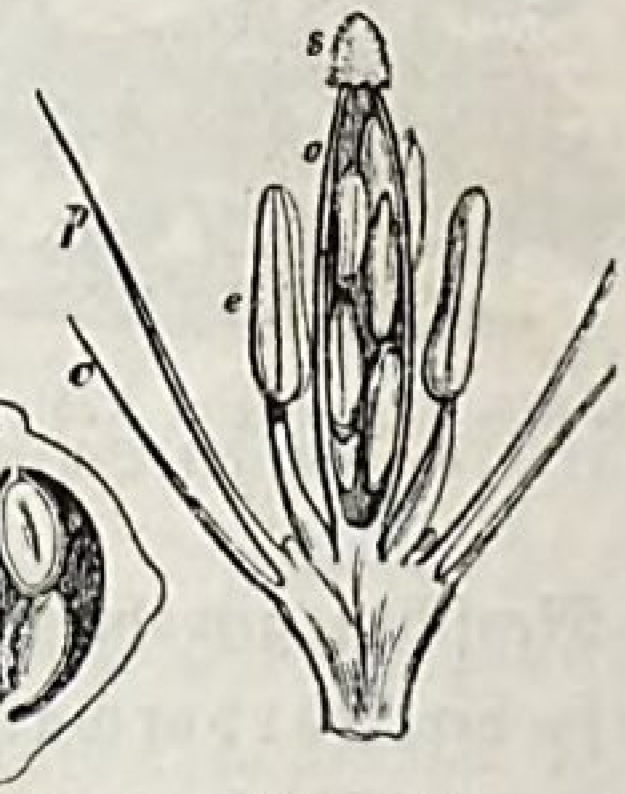


Fig. 632.

Fig. 632. Senkrechter Durchschnitt einer Blüthe der Mauerrauke, vergrößert. *

* *c* Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *o* Fruchtknoten; der Samenträger trägt die Samenknöspchen längs der beiden schmalen Karpelle, welche die Leisten zwischen den beiden großen Karpellen bilden; *s* Narbe.

Fig. 633. Vergrößerter Horizontaldurchschnitt durch den Fruchtknoten. *

* *c* Vereinigung des Samenträgers mit der Wandleiste; *g* Samenknöspchen.

je ein einzelner entspricht, während den beiden geringeren Kelchblättern je zwei entsprechen. Erstere beide sind kürzer, letztere vier dagegen länger — ein Verhältniß, welches sich bei allen Kreuzblüthlern beständig wiederholt und welches man als Uebermächtigkeit von vieren oder Tetradynamie zu bezeichnen pflegt. Die eigenthümlichen Stellungs- und Zahlenverhältnisse der Blüthenorgane sind auch hier durch theilweises Fehlschlagen der einzelnen Quirle metamorphosirter Blattorgane zu erklären; dafür spricht das sehr häufige Vorkommen von Nektarien, am Grunde der Staubfäden (Fig. 631) oder einer allgemeinen drüsigen Anschwellung in dieser Gegend, welche eine Art hypogynischer Scheibe bildet. Der Honigsaft, welcher hier ausgesondert wird, sammelt sich in den Säckchen der beiden größeren Kelchblätter. Der Fruchtknoten besteht bei allen Cruciferen aus vier Karpellen, von denen zwei fast allein die Wandung desselben darstellen, nur daß ihre Ränder sich nicht unmittelbar berühren, sondern jederseits durch eine schmale Leiste getrennt sind (Fig. 632—634). Diese schmalen Leisten entsprechen den beiden anderen Karpellen, an deren innere Fläche der Samenträger, die Axe der Frucht, angewachsen ist; jedoch stellen dieselben sich später scheinbar als die Samenträger selbst dar, indem die Axe sich innigst an sie anschließt. Anfänglich ziemlich kurz, ohne deutlichen Griffel, nur mit einer knopfförmigen Narbe versehen, welche in ihrer ziemlich undeutlichen Zweitheiligkeit den beiden schmalen Karpellen entspricht, wird der Fruchtknoten unmittelbar nach der Befruchtung, noch bevor die Blumenblätter abgefallen sind, stark verlängert, so daß er aus der Blume hervorragt. Hernach gewinnt derselbe eine beträchtliche Ausdehnung, sei es mehr in die Länge, oder sei es mehr in die Breite. In ersterem Falle nennt man die Frucht eine Schote (siliqua), im zweiten ein Schöt-

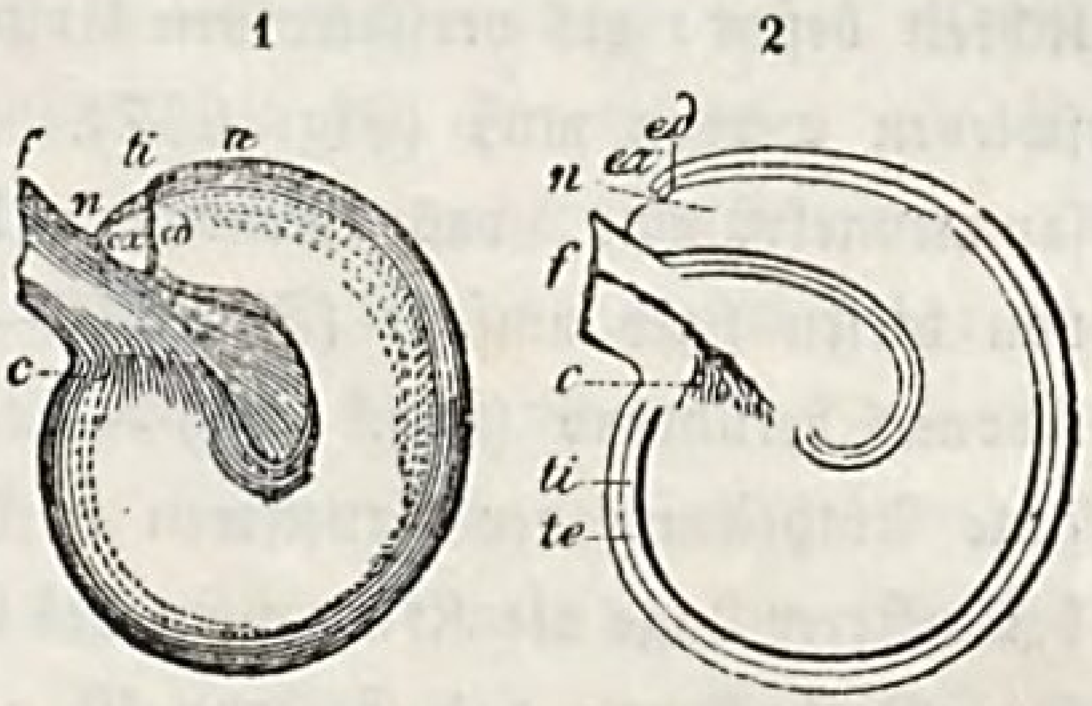
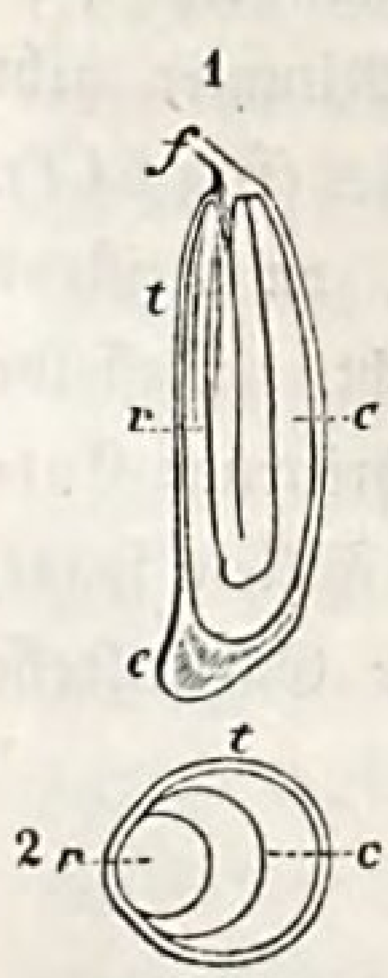


Fig. 636. Vergrößerte Darstellung des gekrümmten Samenknöspchens der Gartenlevkoje (Matthiola annua). *

* 1 Das Samenknöspchen von außen; 2 dasselbe senkrecht durchschnitten. — *f* Nabelstrang; *c* Knospengrund; *n* Knospenkern, Perispermgewebe; *te* äußere Samendecke; *ti* innere Samendecke; *ed* Mikropyle.



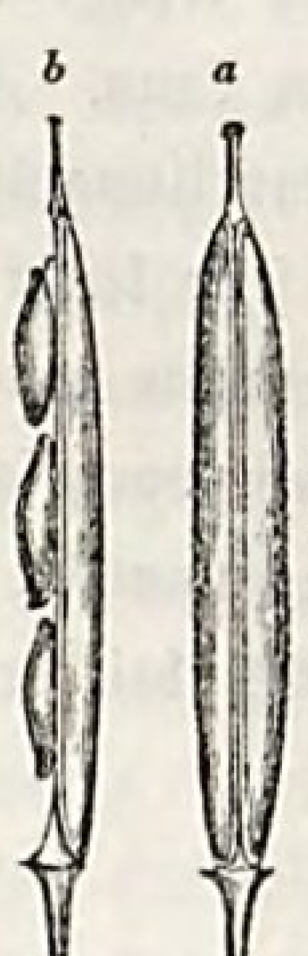


Fig. 638. Fig. 634.

Fig. 634. Die reife Schote der Mauerraufe. *

* *a* Die Schote unversehrt, vor dem Aufspringen; *b* dieselbe, nachdem das eine Karpell abgenommen ist, um die Samen zu zeigen.

Fig. 638. Das Samenkorn der Mauerraufe, vergrößert. *

* 1 Senkrechter Durchschnitt; *f* Nabel; *t* Samenschale; *c* Perisperm; *r* Würzelchen; *c* Cotyledonen. 2 Horizontaldurchschnitt; *r* Würzelchen; *c* Cotyledonen; *t* Samenschale.

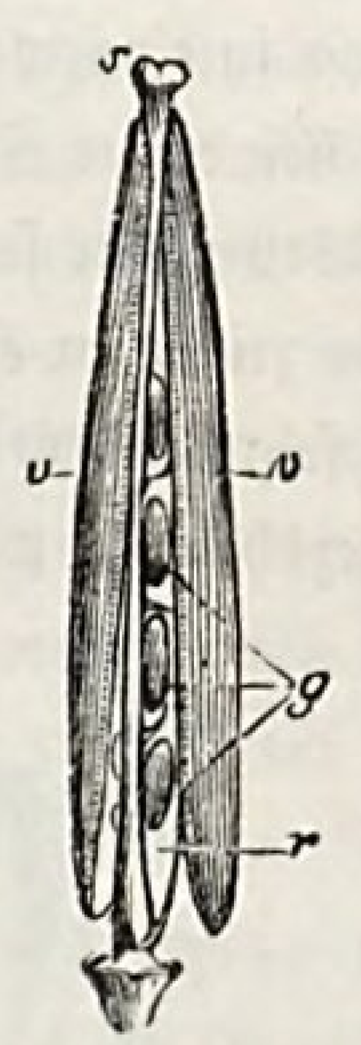


Fig. 635. Die reife Schote des Goldlack, aufgesprungen. *

* *v* Die losgesprungenen Karpelle; *s* die Narbe; *r* der in zwei nur durch dünne Membrane verbundene Seitenleisten getrennte Samenträger nebst den Samen *g*.

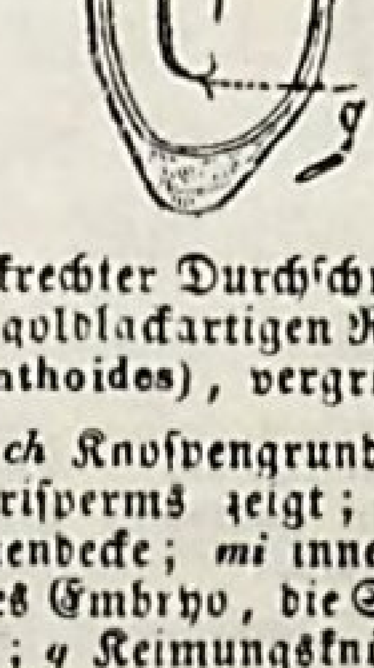


Fig. 637. Senkrechter Durchschnitt des Samenkornes von der goldlackartigen Raute (Erysimum cheiranthoides), vergrößert. *

* *h* Nabel; *ch* Knospengrund, allwo sich ein Theil des Perisperms zeigt; *m* Mikropyle; *t* äußere Samendecke; *mi* innere Samendecke; *r* Axenorgan des Embryo, die Spitze der Mikropyle zukehrend; *g* Keimungsknöspchen; *c* Cotyledonen. Am unteren Theile bemerkt man auch noch einen Theil des Endosperms.

chen (silicula). Letzteres ist stets platt, bald eirund, bald dreieckig in dem Umrisse, welcher der Stellung der mit dem Samenträger verwachsenen Karpelle entspricht. Letztere beiden Karpelle bleiben bei dieser Veränderung in Folge des gemeinsamen Anschlusses an den Samenträger stets in einem gewissen Zusammenhange mit einander, jedoch wird der Samenträger allmählig mehr und mehr zu einer dünnen Membran, welche zwischen ihnen ausgespannt erscheint; diese bildet die Scheidewand der beiden Fächer des Fruchtknotens. Sie verschwindet mitunter theilweise, es gewinnt dann um so mehr den Anschein, als seien ursprünglich zwei wandständige Samenträger vorhanden, welche nur durch eine hautige Verbindung mit einander verwachsen seien. Bei der Fruchtreife trennen sich die beiden deutlichen Karpelle zuerst an ihrem Grunde von der Axe (Fig. 635) und springen somit ähnlich los, wie die beiden Achänen der Umbelliferen, doch fallen sie später auch am oberen Ende ab. Die Samen bleiben noch nach dem Aufspringen an dem Samenträger befestigt, sie stehen an demselben längs der beiden Linien, in welchen derselbe an die schmalen Karpelle angewachsen ist. Die Samenknöspchen, welche ziemlich zahlreich zu sein pflegen, sind stets umgekehrt, so daß die Mikropyle unmittelbar neben dem Nabelpunkte liegt (Fig. 636). Bei der Entwicklung des Embryo wird das Endospermsäckchen gänzlich vom Embryo ausgefüllt, so daß keine Spur eines Endosperms bleibt; dagegen ist das ursprüngliche Zellgewebe des Knospenkernes, das **Perisperm** (Seite 773), noch zum Theil erhalten geblieben und sogar vermehrt, so daß es ein Gewebe darstellt, welches mit einem Endosperm völligste Aehnlichkeit besitzt, des verschiedenen Ursprungs wegen aber von einem solchen wohl unterschieden werden muß (Fig. 637). Der **Embryo** liegt im Samenkorne ganz zusammengekrümmt, das Axenorgan bald seitlich an die Cotyledonen gedrängt und von diesen halb umfaßt (Fig. 638—640), bald dagegen die Ränder beider Cotyledonen berührend (Fig. 641) — eine Verschiedenheit, auf welche man eine sehr gute Abtheilung der Cruciferen in kleinere Gruppen gründen kann. Mitunter geht bei ersterer Lage die Krümmung des Embryo in eine wahre Einrollung über (Fig 642). Die Beobachtung des Embryo ist gerade bei dieser Familie sehr leicht, da meistens eine gelbe oder gelbgrüne Farbe dieses Körperchen sehr erkennbar macht. Dasselbe ist bei den Cruciferen, wie schon jene Farbe zeigt, in einem sehr vorgeschrittenen Entwicklungszustande; die Cotyledonen sind sehr blattartig, in manchen Fällen sogar, wie vollkommene Blätter, am Rande gezähnelt, wie z. B. bei der Gartenkresse

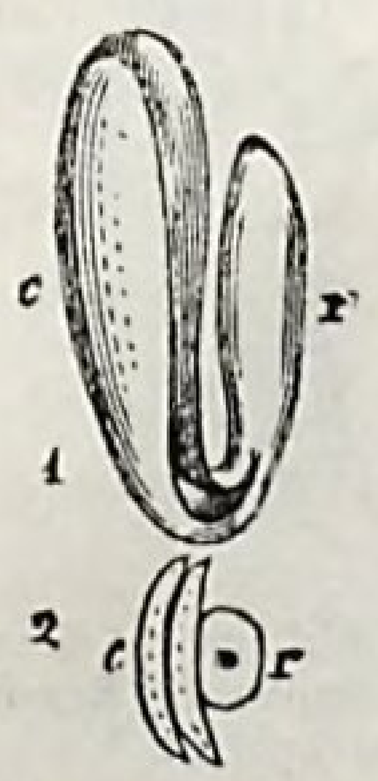


Fig. 639. Der Embryo des Färberwaid (Isatis tinctoria), vergrößert. *

* 1 Der Embryo; r Würzelchen; c Cotyledonen. 2 Horizontaldurchschnitt.

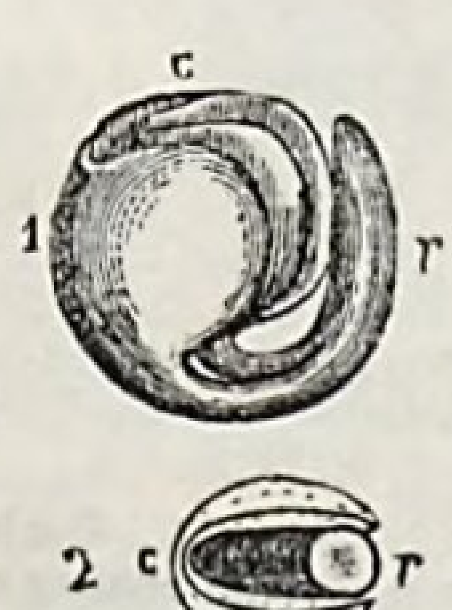


Fig. 640. Der Embryo des gemeinen Kohls (Brassica oleracea), vergrößert.*

*1 Der Embryo; r Würzelchen; c Cotyledonen. 2 Horizontaldurchschnitt.

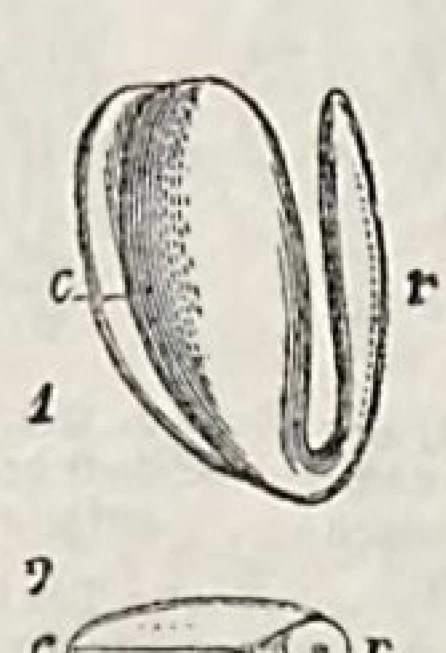


Fig. 641. Der Embryo des gemeinen Goldlack (Cheiranthus cheiri) vergrößert.*

*1 Der Embryo; r Würzelchen; c Cotyledonen. 2 Horizontaldurchschnitt.



Fig. 642. Der Embryo der orientalischen Zackenschotenpflanze (Bunias orientalis) mit eingerollten Cotyledonen, vergrößert.

(Lepidium sativum). Die schnelle Keimung der Samen der Cruciferen stimmt hiemit ganz überein; auch für diese ist eben die Kresse ein ausgezeichnetes Beispiel, indem die Samen dieser Pflanze nach Verlauf eines Tages nach der Aussaat keimen, wenn man sie im warmen Zimmer in recht feuchtes Erdreich säet. Die harte äußere Samendecke löst sich in der Feuchtigkeit schnell zu einem gelatinosen Schleime auf. — Die Samen der Cruciferen sind stets reich an Oelen, theils fetten, theils ätherischen. Der fetten Oele wegen sind die Rübsamen in vielen durch die Cultur erzielten Varietäten allgemein im Gebrauche; die Zellen des Embryo sind es, welche diese Oele enthalten, deren Menge 30 bis 40 Procente vom Gewichte des reifen Samens beträgt. Die ätherischen Oele der Cruciferen sind schwefel- und stickstoffhaltig (Seite 785) und dienen theils als wichtige Gewürze und allgemein gebräuchliche diätetische Mittel, theils als kräftige Arzneimittel. Wir dürfen nur an den Senf und das Senföl von den Samen des Ackersenfes (Sinapis arvensis) und des weißen Senfes (S. alba) erinnern. — Die Menge des Samens, welchen eine Pflanze erzeugt, ist bei den Cruciferen außerordentlich groß, indem ein einziger Blüthenstand eine sehr große Zahl von Schoten hervorbringt. Beim Ackerbau gewinnt man diese Samenmenge jedoch nur zum Theil, indem die ungleichzeitige Reife der Schoten zur Einerntung zwingt, bevor noch die jüngeren Schoten zur Reife gelangen, weil schon gegen das Ende der Blüthezeit die ältesten Schoten aufzuspringen beginnen.

Die Kreuzblüthler zeichnen sich aus durch die außerordentlichste Fähigkeit zur Bildung von Varietäten, indem sie durch die Einflüsse verschiedenen Bodens, verschiedener Aussaatzeiten, verschiedener Behandlung in der Cultur selber allmählig an ihren verschiedenen Theilen die verschiedensten Formen annehmen können. Die Rüben- und Rettigpflanzen besitzen in vielen cultivirten Varietäten sehr dicke „rübenförmige" Anschwellungen des unterirdischen Axentheiles; in der That aber ist das Monatsradieschen (Raphanus sativus radicula), der große schwarze Rettig (R. s. vulgaris), die nämliche Pflanze, wie der in vielen Gegenden als „Oelsaat" cultivirte dünnwurzelige Oelrettig (R. s. oleiferus); die Mairübe, Futterrübe und Teltowerrübe (Brassica rapa rapifera), die nämliche Pflanze, wie der Sommer- und Winterräpps, auch „Saat" oder Lewat genannt (B. r. oleifera), mit seinen ölreichen Samen. Auch die Pflanze, von welcher eine Varietät die Steckrüben, Boden- oder Unterkohlraben, liefert (Brassica napus rapifera), wird in einer anderen Varietät als Oelsaatpflanze (B. n. oleifera) cultivirt. Die stärkere Entwicklung der Axe im Boden geht Hand in Hand mit einer minderen Erzeugung von Samen. Dabei aber treten oft nicht geringe Mengen von ätherischem Oele in der erzeugten Rübe auf, wie dieses besonders bei den Rettigen, in geringerem Grade bei den Mairüben, sehr stark aber im Meerrettig (Cochlearia armoracia) der Fall ist, dessen unterirdischer Axentheil hiedurch ein kräftiges Würz- und Heilmittel ist. Auch die stärkere Entwicklung der Blätter kommt noch hinzu, um die Zahl der Varietäten zu vermehren, und diese ist mit mangelnder Verlängerung der oberirdischen Axe verbunden. So entstehen durch ungeheure Entwicklung des Parenchymgewebes der Blätter die krausen Braun-, Blatt- oder Winterkohle (Brassica oleracea acephala, Fig. 626) mit noch wenig verkürzter Axe, dann aber die Kopfkohle, Kabis, Wirsingkohle u. s. w. (Br. ol. capitata)

mit völlig kurz bleibender Axe aus der nämlichen Pflanzenart, aus welcher andererseits durch starke Entwicklung der Axe über dem Boden die Oberkohlraben (Br. ol. gongylodes) gebildet werden. Ja, die nämliche Pflanzenart besitzt in einer andern Varietät eine fleischig zartzellige Entwicklung und Verwachsung der Axenorgane des ganzen Blüthenstandes, bei völliger Verkürzung der Hauptaxe und völligem Fehlschlagen der Blüthen selbst. Dieses ist der Blumenkohl (Br. ol. botrytis). Auch die Blüthen selbst sind mannigfachen Mißbildungen unterworfen. Bei dem dornigen Steinkraute (Alyssum spinosum) ist es eine regelmäßige Erscheinung, daß Blüthenstiele in Dornen auslaufen — eine Verkümmerung, welche trotz aller Verschiedenheit der Form mit dem Fehlschlagen der Blüthen beim Blumenkohle gewisse Verwandtschaft besitzt. Bei den Levkojen und Goldlack kommen „doppelte" Blüthen vor, d. h. solche, bei welchen die Staubfäden sich als Blätter, den Kronenblättern völlig gleich, entwickelt haben; ja die bekannten Winterlevkojen geben ein Beispiel andauernder Fortentwicklung der Blüthenaxe ohne Bildung eines Fruchtknotens und mit fortwährender Erzeugung von Blättern, welche die Beschaffenheit der Kronenblätter haben, jedoch an ihrem unteren Theile ein wenig grün gefärbt sind. So wächst bei dieser Levkojenvarietät die Blume selbst immer fort, während die älteren Blumenblätter allmählig bei der Entfaltung der jüngeren abfallen und eine lange mit vielen Narben bedeckte Axe zurücklassen. — Um vollends die Vielgestaltigkeit der Cruciferen noch zu vermehren, kommt zu jener Neigung zu abnormer Ausbildung einzelner Organe noch die Fähigkeit zur Erzeugung von Bastarden. Es gelingt bei keiner Pflanzenfamilie so leicht als bei dieser, die künstliche Befruchtung einer Art durch eine andere Art, indem man mit dem Pollen der letzteren die Narben der ersteren bestäubt. Man hat auf diese Weise eine Menge von eigenthümlichen Mischlingsarten erzielt, deren regelmäßige Fortpflanzung durch Samen gelingt, wenn die künstliche Befruchtung durch einige Generationen hindurch wiederholt wird. Eine andere Fortpflanzung als durch Samen ist bei solchen ein- und zweijährigen Pflanzen nicht möglich. Das Zahnkraut (Dentaria bulbifera) allein besitzt neben dieser Fortpflanzung auch noch die durch Bulbillen oder Zwiebelknospen, welche sich in den Achseln der Blätter bilden.

Die cultivirten Cruciferen variiren sehr häufig auch in der Farbe ihrer Blätter und anderer Theile. Während der wilde Kohl grüne Stengel und Blätter besitzt, ist der Braunkohl dunkel blauroth gefärbt, der Kopfkohl bald blaulich blutroth, bald aber fast weiß, nur ganz schwach grün, und während die grüne Farbe bei der Kopfbildung nur an den äußeren, dem Lichte ausgesetzten Blättern erscheint, im „Herzen" dagegen die gelblich weiße Farbe, oder richtiger Farblosigkeit, herrscht, so zeigt die rothe Farbe sich auch bei den innersten Blättern und zwar bald nur in den oberflächlichen Schichten, bald auch in den inneren Theilen des Gewebes derselben. Auch bei den Rüben zeigt sich über dem Boden oft die grüne oder violette Farbe, während im Boden weiß ihre gewöhnlichste Färbung ist, bei der Steckrübe gelbroth, beim Radieschen blauroth und beim großen Rettig schwarz. Die Stoffe und Bedingungen dieser Farben sind noch so gut wie ganz unbekannt. Die Waidpflanze (Isatis tinctoria), welche ebenso wie einige Polygoneen (Seite 916) eine farblose Substanz, das Indigweiß, enthält, welches an der Luft in Indigblau übergeht, wurde seit den ältesten Zeiten in ausgedehntestem Maße zur Blaufärberei benutzt,

während dieselbe gegenwärtig durch die Indigopflanze fast ganz verdrängt ist. — Die Kohlblätter bedecken sich mit einer Firnißlage, welche großentheils aus Wachs besteht. Durch die Wachskörnchen sieht der blaue Kohl oft weißlich „bereift" aus. Es gelingt nicht schwer, von einem Kohlblatte nach längerer Einweichung in Wasser den Firnißüberzug wie eine sehr zarte Haut abzuziehen, und man sieht unter dem Mikroskope in diesem Häutchen nicht allein oft netzförmige Zeichnungen, welche den Zusammenfügungen der Oberhautzellen nachgeformt sind, sondern auch die Oeffnungen, welche den Stomaten entsprechen und die vollkommenste Nachformung der auf der Oberhaut befindlichen Härchen (Fig. 643). Bei einigen Cruciferen findet man Härchen von besonders zierlicher Bildung, oft verästelt und gleichwohl nur aus einer einzigen Zelle bestehend (Fig. 644). Häufig sind diese Härchen Drüsen (Fig. 645).



Fig. 643. Ein Stück des Firnißhäutchens, welches durch Einweichung eines Kohlblattes von diesem abgelöst wurde. *pppp* Ueberzüge von Haaren in verschiedenen Graden ihrer Entwicklung; *ff* Stomate.

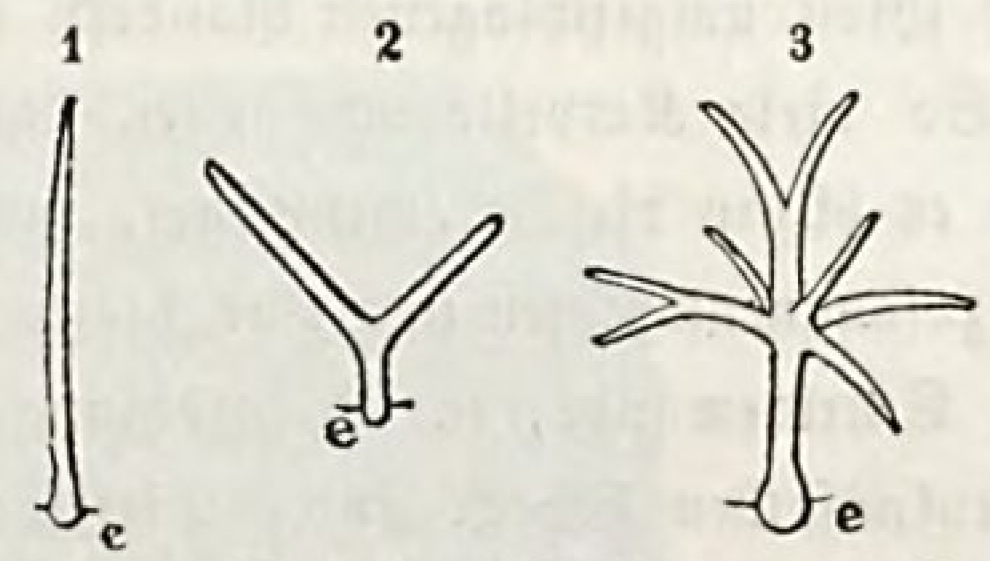


Fig. 644. Vergrößerte Darstellung von einzelligen Härchen verschiedener Cruciferen.*

* 1 Einfaches; 2 gabliges Härchen vom Sophienkraute (Sisymbrium sophia); 3ästiges Haar von dem Blatte der Alpengänsekresse (Arabis alpina).

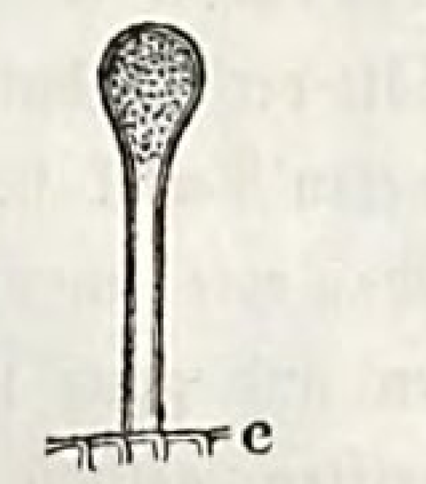


Fig. 645. Ein Drüsenhaar aus einer einzigen Zelle bestehend, von dem Blatte des chilensischen Sisymbrium (Sisymbrium chilense), vergrößert.

Dem Aberglauben zu begegnen verdient es Erwähnung, daß die sogenannte Jerichorose (Anastatica hierochuntica), ein vieläſtiges Cruciferenpflänzchen der dürren Gegenden Palästina's und Aegyptens, dessen Aeste sich durch die Ausdörrung kugelig zusammenkrümmen, seine früher zu Wahrsagereien mißbrauchte Beweglichkeit keiner andern Eigenschaft verdankt, als der Hygroskopicität (Seite 646), indem die Aeste, angefeuchtet, sich durch Einsaugung der Feuchtigkeit wieder in ihre frühere Lage strecken.

Durch die ätherischen Oele, welche mehr oder weniger alle Theile der kreuzblüthigen Pflanzen zu durchdringen pflegen, sowie durch einen sehr reichlichen Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen sind die Gewächse dieser Familie als Speise für den Menschen, sowie als Viehfutter von großer Wichtigkeit. Sie enthalten eine große Menge von solchen Substanzen, welche im Körper der Thiere unmittelbar zur Blutbildung dienen können. Verfaulend verbreiten sie die übelsten Düfte, welche denen verfaulender Thierstoffe in hohem Grade ähneln. Die cultivirten Cruciferen, besonders die Kohle und Rüben, sind als Kalipflanzen bekannt; ihre Asche enthält hauptsächlich schwefelsaures Kali.

Vorzugsweise die gemäßigten Zonen, besonders aber die nördliche und zumal der europäischen Gegenden derselben, sind reich an Cruciferen; sie bilden hier von den Samenpflanzen ungefähr den achtzehnten Theil der Arten. Selbst in der kalten Zone sind sie noch weit zahlreicher, als in der heißen. —

Die Familie der Papaveraceen (Papaveraceæ), oder der Mohngewächse im engern Sinne, ist der vorigen sehr nahe verwandt. Das Schöllkraut (Cheli-

donium) schließt sich in der That sehr nahe an dieselben an und dieses ist wieder durch den Hornmohn (Glaucium) sehr innig mit den wahren Mohnen (Papaver) verbunden. Wir finden hier stets nur zwei Kelchblätter, welche obendrein beim Aufbrechen der Blüthe abfallen. Die Kronenblätter, vier an der Zahl, liegen in der Knospe „zerknittert-gefaltet.“ Sehr zahlreiche Staubfäden hinterlassen, wenn sie abfallen, einen mit Narben bedeckten Ringwulst unter dem Fruchtknoten. Bei den „gefüllten“ Gartenmohnen kann man mit vollster Deutlichkeit alle Uebergänge zwischen Kronenblättern und Staubfäden beobachten und sich von der Identität beider Arten von Blüthenorganen überzeugen. Der Fruchtknoten hat beim Schöllkraute viele Aehnlichkeit mit dem der Cruciferen. Beim Mohne ist er der bekannte Mohnkopf (Fig. 646). Dieser ist aus zahlreichen — vier bis zwanzig — Karpellen gebildet, deren Spitzen mit ihren umgeschlagenen Rändern eine der seltsamsten Narbenformen darstellen. So viele Karpelle vorhanden sind, so viele Samenträger enthält der Mohnkopf, und es bilden diese Samenträger, indem sie mit den Karpellen, in deren Achsel sie stehen, zusammenwachsen und eine platte Form annehmen, Leisten, welche, wie unvollständige Scheidewände, in die Höhlung des Mohnkopfes hineinragen und ganz mit Samenknöspchen bedeckt sind. Dieselben, wie man in manchen Schriften gethan hat, anzusehen als die einwärts geschlagenen vereinigten Ränder von je zweien Karpellen, ist schon aus dem Grunde nicht statthaft, weil die einzelnen Lappen der Narbe, deren jede augenscheinlich nichts anderes ist, als das zurückgeschlagene Ende eines Karpelles, mit den Scheidewänden nicht abwechselnd stehen. Ganz anders verhält sich die Stellung der Samenknospen in den Früchten der Butomeen (Seite 805), welche meistens mit den Mohnköpfen in dieser Beziehung verglichen werden. Bei diesen nämlich sind wirklich die Säume der Karpelle einwärts geschlagen, um vollständige, meistens auch ganz getrennte, Fruchtfächer zu bilden, und die Samenknöspchen stehen auf sehr vielen, äußerst zarten Verästelungen von achselständigen Samenträgern, welche ganz an die innere Fläche der Karpelle angewachsen sind (Fig. 647) und auf dieser nur als feine vorragende Linien, den Blattadern ähnlich, erscheinen, als Blattadern aber wegen ihrer Verästelung bei jenen paralleladerigen Pflanzen nicht angesehen werden können. — Das Samenknöspchen des Schöllkrautes diente uns schon früher (Seite 772) als Beispiel der Entwicklung umgekehrter Samenknöspchen (Fig. 648). Die Zahl der Samen ist beim Mohne ungeheuer groß. Bei allen Papaveraceen ist ein Endosperm vorhanden und der Embryo ungekrümmt. Eigenthümlich ist die Fruchtöffnungsweise des Mohnkopfes; es entsteht nämlich unter jeder Narbe ein Loch durch Schwinden des Zellgewebes an dieser Stelle in Folge der ungleichen Entwicklung des dort angewachsenen Samen-

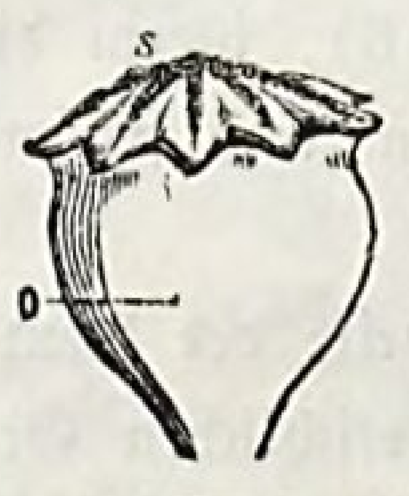


Fig. 646. Der Fruchtknoten des Schlafmohnes (Papaver somniferum). *

* o Fruchtknoten; s sternförmiger Schild der Narben.

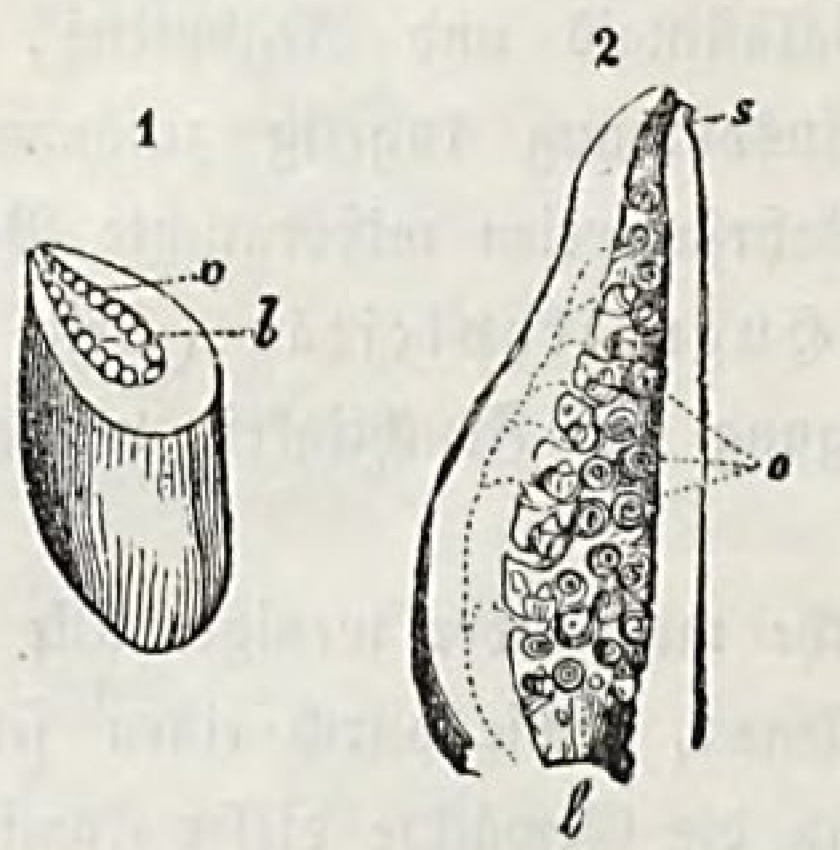


Fig. 647. Die Samenstellung bei den Butomeen, welche derjenigen des Mohnes fälschlich verglichen worden ist. *

* 1 Ein Fruchtknoten, aus einem Karpelle gebildet, horizontal durchschnitten; l Fruchtfach; o Samenknöspchen an wandständigem Samenträger. 2 Der Fruchtknoten senkrecht durchschnitten; l Fach; s Narbe; o Samenknöspchen auf verästeltem, angewachsenen Samenträger.

trägers und des Karpells. Die Samen des Mohnes sind sehr reich an **fettem Oele**, dessen sie 47 bis 50 Procente enthalten, und welches keine der schädlichen Eigenschaften theilt, welche andern Theilen der Pflanzen zukommen.

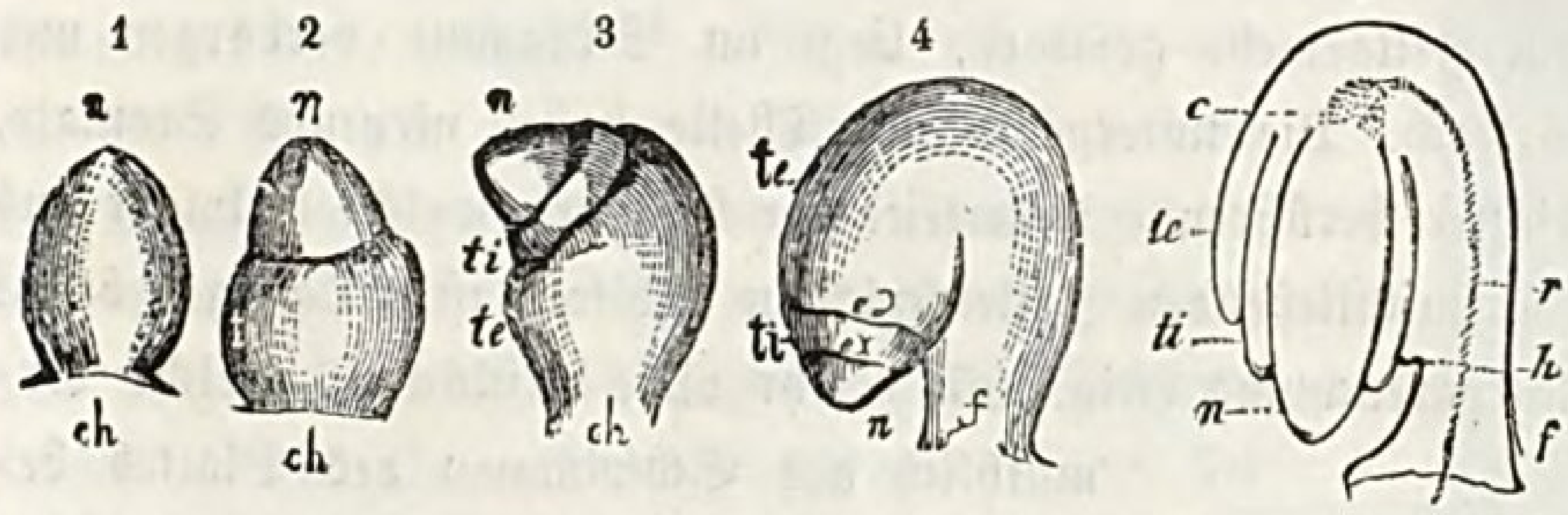


Fig. 648. Die Entwicklung und Umkehrung des Samenknöspchens des Schöllkrautes (Chelidonium majus).

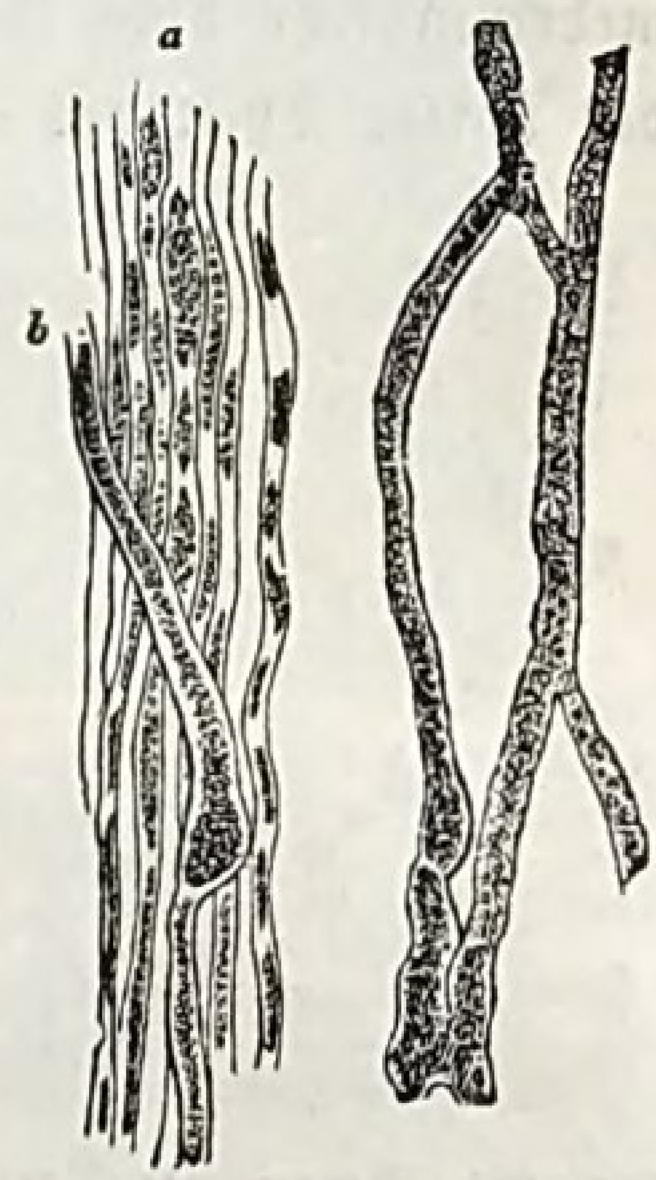


Fig. 649. Vergrößerte Darstellung von Milchsaftgefäßen des Schöllkrautes (Chelidonium majus).

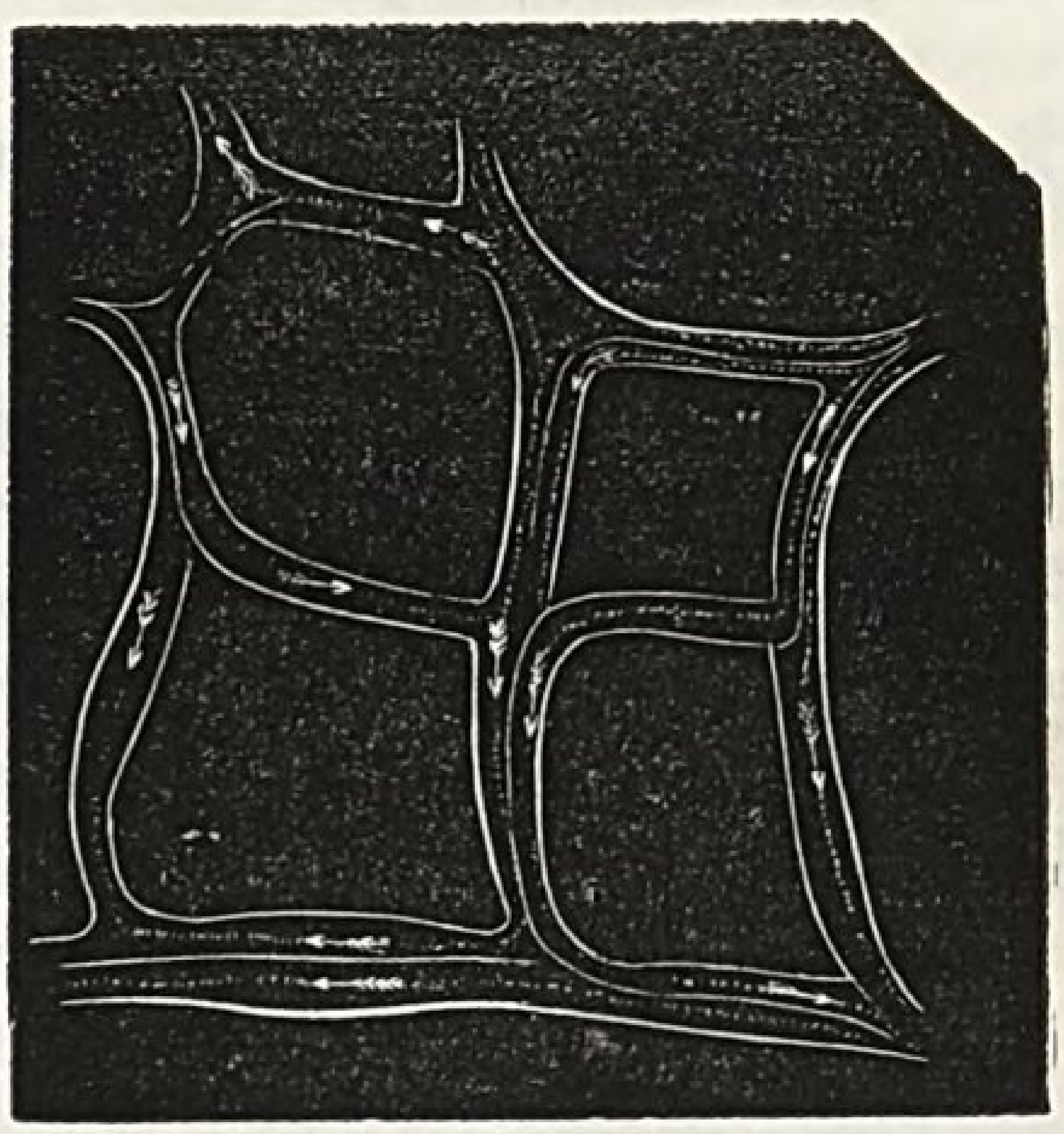


Fig. 650. Vergrößerte Darstellung eines netzförmig verbundenen Gewebes von Milchsaftgefäßen des Schöllkrautes. Die Pfeile deuten die beobachtete Richtung von Saftströmungen an.

Die Familie der Papaveraceen ist bekannt wegen ihres **Milchsaftes** — beim Mohne ist dieser weiß, beim Schöllkraute orangegelb. Man bemerkt dieselben in allen grünen Theilen, selbst in den Karpellen. Die Abbildung der Milchsaftgefäße des Schöllkrautes und der Bewegung des Milchsaftes in denselben (Fig. 649 u. 650) diente uns schon früher zur Erklärung dieses noch so wenig bekannten Theiles des Organismus der höheren Pflanzen. Der Saft des Mohnes bildet, an der Luft eingetrocknet und braunschwarz geworden, das bekannte **Opium**, ein wichtiges Arzneimittel. Derselbe enthält **Kautschuk** und mehrere sehr kräftige narkotische Pflanzenalkaloide, das **Meconin**, **Codein**, **Narcotin** und **Morphin**. Die Quantität aller dieser Substanzen wechselt sehr, je nach den klimatischen und manchen anderen Verhältnissen, unter welchen eine und dieselbe Pflanzenart wuchs. Im Safte des Schlafmohnes fand man bei verschiedenen Untersuchungen bald kaum drei, bald dagegen zwanzig Procente Morphin, bald anderthalb, bald dreiunddreißig Procente Narcotin und zwei bis 6 Procente Kautschuk.

Bemerkenswerth ist es, daß beim Mohne, wie bei sehr wenigen andern Dicotyledoneen, die Stellung der Gefäßbündel im Stengel nicht die gewöhnliche kreisständige Anordnung zeigt, welche die Dicotyledoneen charakterisirt, sondern vielmehr die zerstreute Anordnung der Monocotyledoneen.

Die Familie der Nymphrosen oder Seerosen (Nymphæaceæ) umfaßt jene schönen Pflanzen, deren große, lederartig dicke, schildförmige Blätter auf stillen Gewässern schwimmen, während dieselben durch lange Stiele aus dem Grunde, oft aus bedeutender Tiefe, heraufragen. Der Stamm dieser Pflanzen ist sehr dick, von weichem, stärkemehlreichem Zellgewebe gebildet, liegt im Schlamme verborgen und verästelt sich in diesem vielfach. Die untergetauchten Theile haben nirgends Stomate, eben so wenig die das Wasser berührende Unterseite der Blätter, welche vielmehr aus mehreren sehr dicht zusammenschließenden Zellenschichten gebildet ist. Dagegen besitzt der übrige Theil des Blattparenchyms (Fig. 651) sehr viele Luftlücken, welche vermuthlich das Schwimmen des Blattes bewirken, und die obere Fläche hat ziemlich viele Spaltöffnungen. — Die Blüthe der weißen Seerose (Fig. 652) zeigt ausgezeichneter als irgend eine andere einheimische Pflanze den allmähligsten Uebergang der Blattorgane von den außen grünen, auf der inneren Seite aber weißen Kelchblättern zu den weißen und etwas schmaleren Kronenblättern, und von diesen, welche in sehr zahlreichen Quirlen oder vielmehr auf einer sehr vielfach und in engen Windungen um die Axe verlaufenden Spirale stehen und dabei allmählig eine

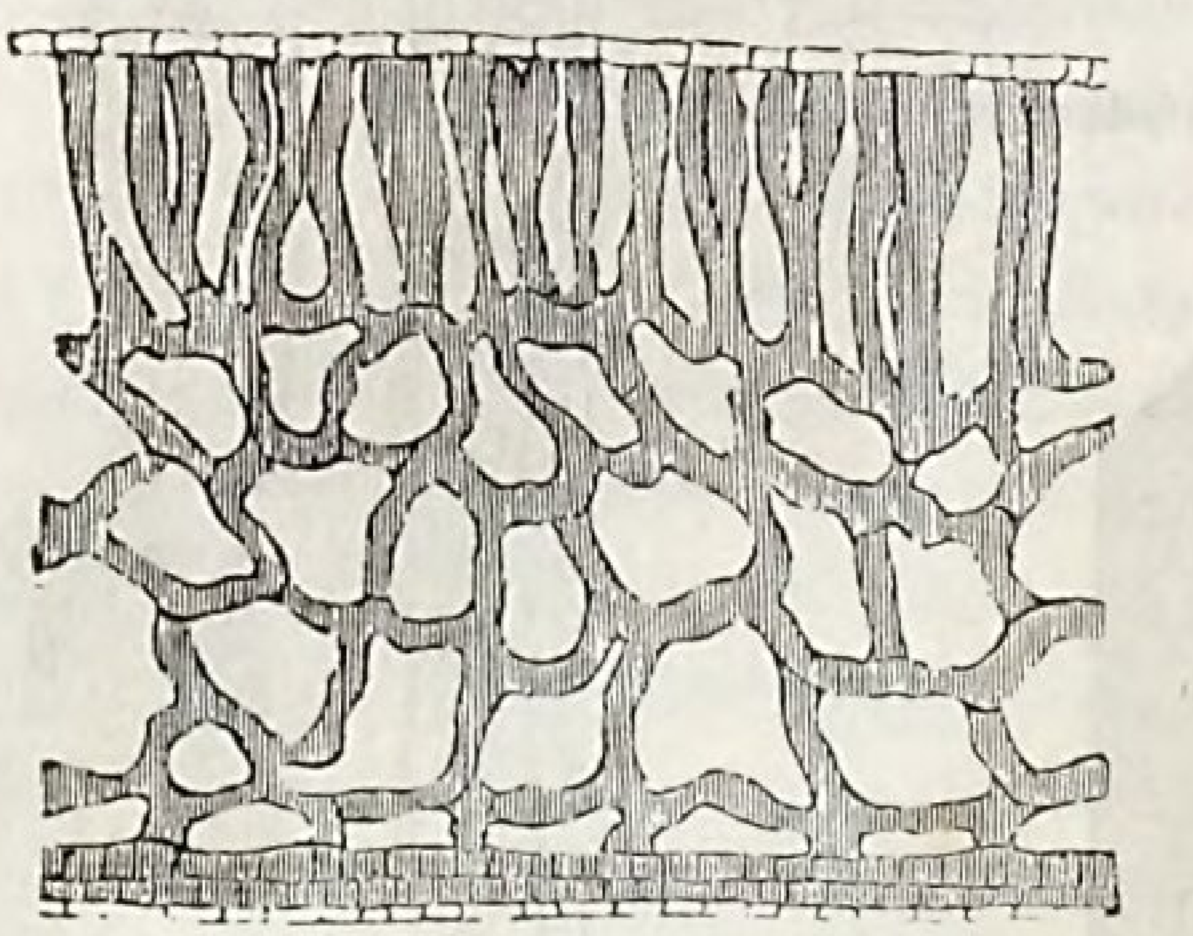


Fig. 651. Vergrößerte Darstellung eines Theiles des senkrechten Durchschnittes durch das Blatt einer gelben Seerose (Nuphar luteum). *

* a Dichte Zellenlagen der unteren Blattseite; b lockeres Zellgewebe mit Luftlücken; c Oberhaut der oberen Blattseite.

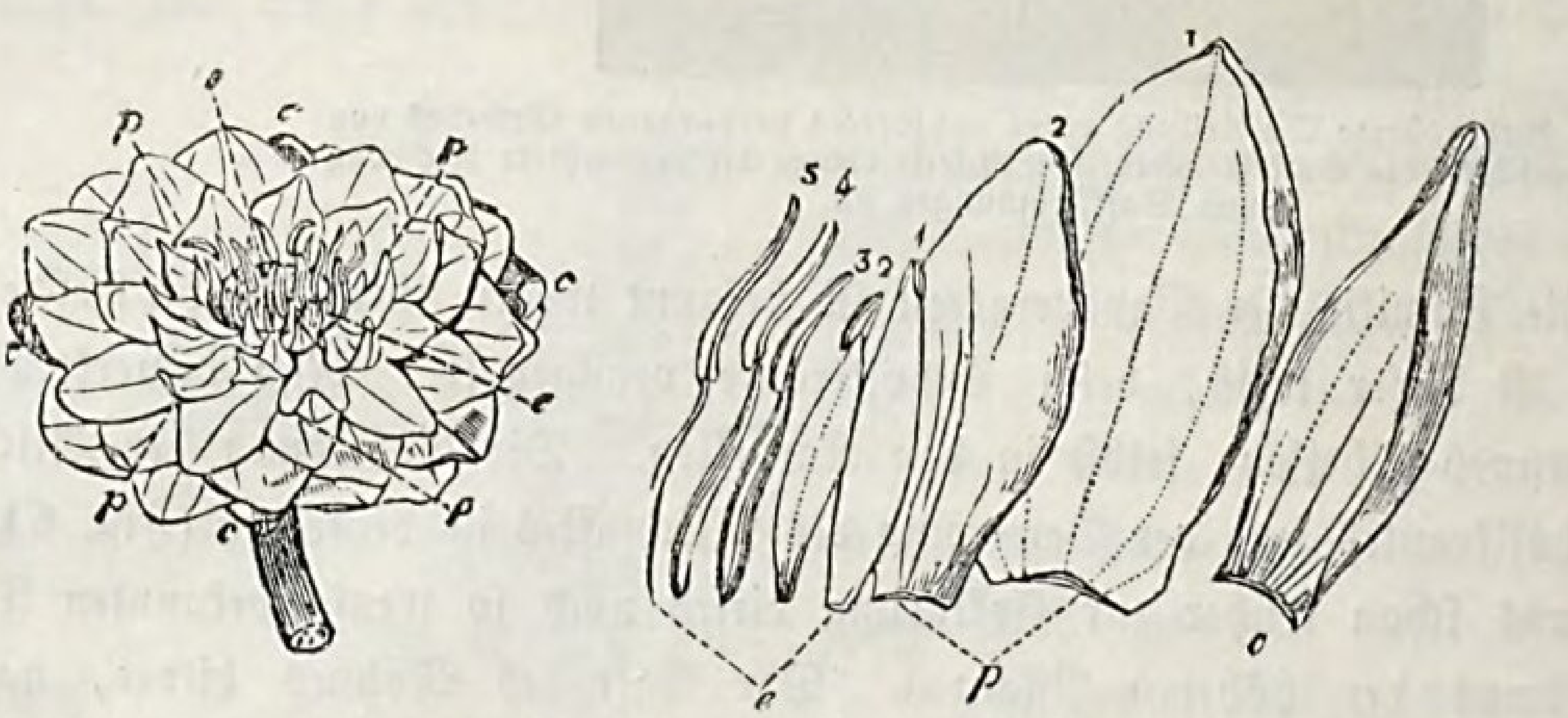


Fig. 652. Die Blüthe der weißen Seerose (Nymphæa alba), die ganze Blüthe 1/4 d. nat. Gr., daneben die einzelnen Blattorgane der Blüthe 1/2 d. nat. Gr. in ihrer verschiedenen Form, um die allmählige Metamorphose zu zeigen. — c Kelchblätter; p Kronenblätter; e Staubfäden.

immer schmalere Form annehmen, zu den Staubfäden, von denen die ersten noch völlig blattförmige Filamente haben, während die letzten ganz schmale Fäden sind. Auch setzen die ebenfalls sehr zahlreich vorhandenen Staubfäden die Spirallinien der Kronenblätter ganz unmittelbar fort, so daß eine Grenze zwischen beiden kaum anzugeben ist. Deutlich geht aus diesem Beispiele zugleich hervor, daß die Filamente den Kronenblättern zu vergleichen und Phyllodien sind, während die Antheren eigentlichen Blattspreiten entsprechen. — Die Bildung des Fruchtknotens stimmt bei dieser Familie ganz mit der des Mohnes überein, sowohl was die Form und Narbenbildung, als auch was die Stellung der Samenträger und der Samenknospen anbetrifft. Die Samen zeigen hier den höchsten Grad der Vollständigkeit

aller Theile, welche bei einem Samenkorne vorkommen können (Fig. 653), indem sich außer den beiden Samendecken äußerlich noch eine, ihrer Bedeutung nach der Muskatblüthe vergleichbare, Samenhülle entwickelt, und innerlich nicht nur ein Endosperm („inneres Eiweiß") innerhalb des Keimsäckchens gebildet wird, sondern auch ein beträchtliches Perisperm („äußeres Eiweiß") aus dem Zellgewebe des ursprünglichen Knospenkernes hervorgeht. Der Fruchtknoten wird bei der Reife fleischig, beerenartig, und um die Samen bildet sich in demselben ein Zellenbrei. Die Samen dieser und vieler anderer Wasserpflanzen verlieren ihre Keimfähigkeit, wenn dieselben nicht unmittelbar aus der Frucht in das Wasser gelangen. Es gelang aus diesem Grunde nur durch augenblickliche Einhüllung der gewonnenen Samen in nassen Schlamm die Cultur derartiger Gewächse für die botanischen Gärten, besonders bei der, in Europa noch sehr seltenen, Riesenseerose (Victoria regia) der Ströme Südamerika's, der größten aller bekannten Pflanzen, was den Umfang der Blätter (sechs Fuß) und der Blüthen anbetrifft. — Mit den Nymphäaceen sind sehr nahe verwandt, die ganz ähnlich wachsenden Pflanzen, welche die Familie der Nelumboneen (Nelumboneæ) und die der Cabombeen (Cabombeæ) bilden, und welche sich nur durch die Fruchtbildung von jenen einigermaßen unterscheiden.

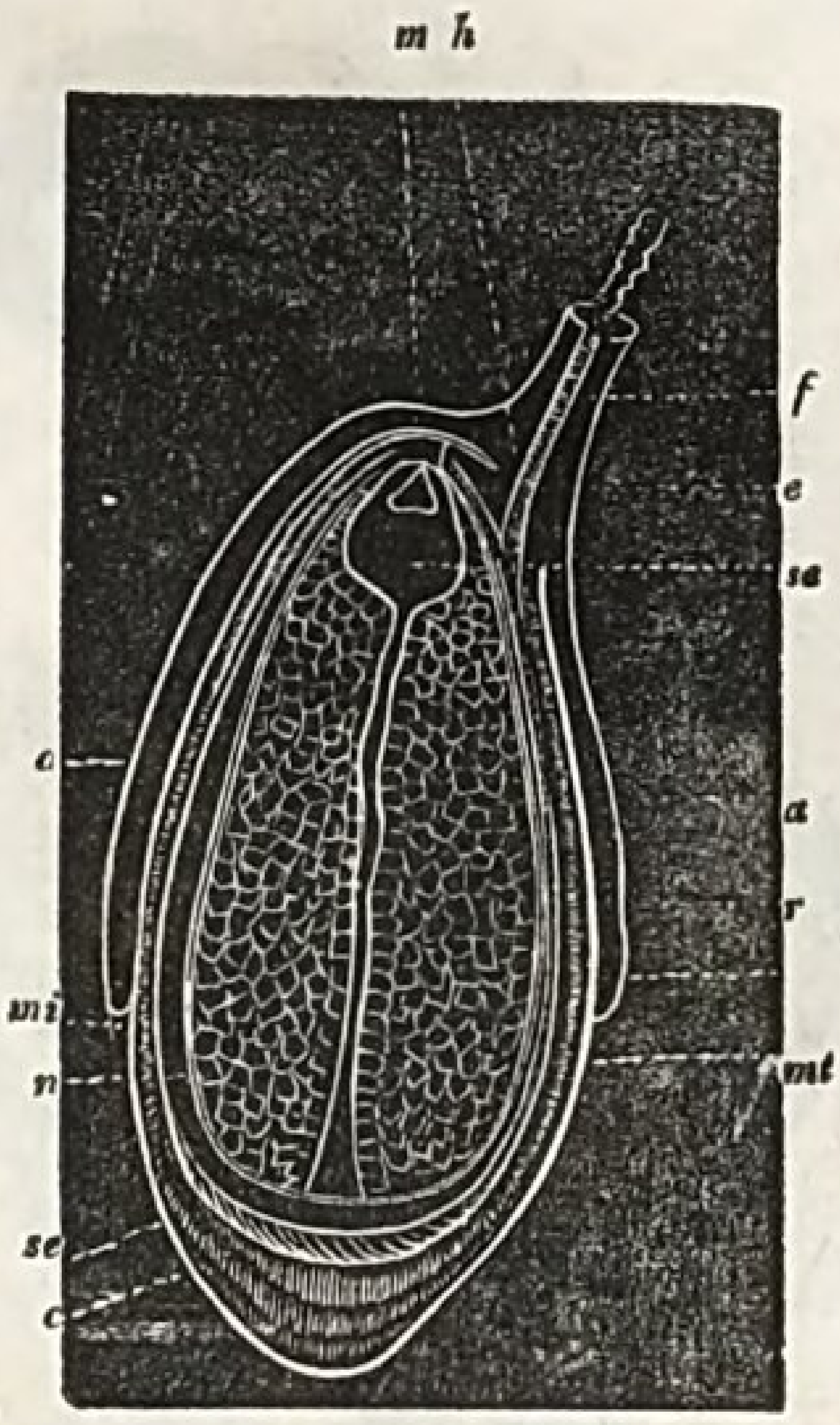


Fig. 653. Vergrößerte Darstellung des senkrechten Durchschnittes durch das Samenkorn der weißen Seerose, als Beispiel der vollständigsten Bildung eines Samens im Pflanzenreiche. *

* *f* Nabelstrang; *h* Nabelpunkt; *r* die Naht, Nabellinie an der Samenknospe; *c* der Knospengrund der Samenknospe, welche sich völlig umgekehrt hat; *m* Mikropyle; *a* die äußere, vom Nabelstrange nachgewachsene Samenhülle, welche das Samenkorn bis zur Hälfte umhüllt; *t* die Samenschale, aus der äußeren Samenknospendecke gebildet; *mi* innere Samenhaut, aus der inneren Samenknospendecke gebildet; *n* Perisperm, aus dem Gewebe des Knospenkernes gebildet; *se* Endosperm, im Keimsäckchen gebildet; *e* Embryo, im Endosperm eingebettet.

Siebenzehnte Ordnung.

Die Violen. Cistifloræ.

Fünfzählige, theils regelmäßige, theils unregelmäßige Blüthen und ganz schmale „wandständige" Samenträger charakterisiren eine große Menge von Pflanzen, welche sich in vieler Beziehung ähnlich sind, jedoch in eine Anzahl von Familien gesondert werden müssen. Die Familie der Veilchen (Violaceæ) enthält Pflanzen mit ausgezeichnet unregelmäßigen Blüthen. Das gemeine Duftveilchen und das dreifarbige Veilchen (Fig. 654) sind allbekannte Beispiele, an welchen der Bau derselben vorzüglich gut studirt werden kann. Von den Kronenblättern ist das eine mit einem Spornsacke versehen. Die Staubfäden (Fig. 655) sind gekrümmt mit sehr geringen Filamenten, die Antheren mit blattartig entwickeltem Connektiv, welches über den Fächern eine Art Kapuze bildet und mit anderen seltsamen Anhängseln versehen, z. B. an zweien derselben mit einem Spornanhängsel (a), welches sich in den Sporn des Kronenblattes hinein erstreckt. Der Fruchtknoten besteht aus dreien



Fig. 654. Das dreifarbige Veilchen oder Stiefmütterchen (Viola tricolor). *

* *a* Kriechende oder wenig aufsteigende, perennirende Axe; *b* Adventivwurzeln, welche an derselben entspringen; *c* Blätter; *d* die Nebenblätter (stipulæ), welche hier so stark entwickelt sind, daß allemal drei fast ganz gleiche Blätter an einem Punkte der Axe stehen; *e* die Blüthenaxen, in der Achsel der Blätter entspringend; *f* verkümmerte Phyllodien an den Blüthenaxen; *g* Kelchblätter; *h* Kronenblätter; *i* Fruchtknoten; *k* Griffel mit kopfförmiger Narbe; *l* eine aufgesprungene Frucht, unter welcher noch die Kelchblätter bemerkbar sind; *m* ein reifes Samenkorn, vergrößert, senkrecht durchschnitten; *o* Endosperm; *n* Embryo.

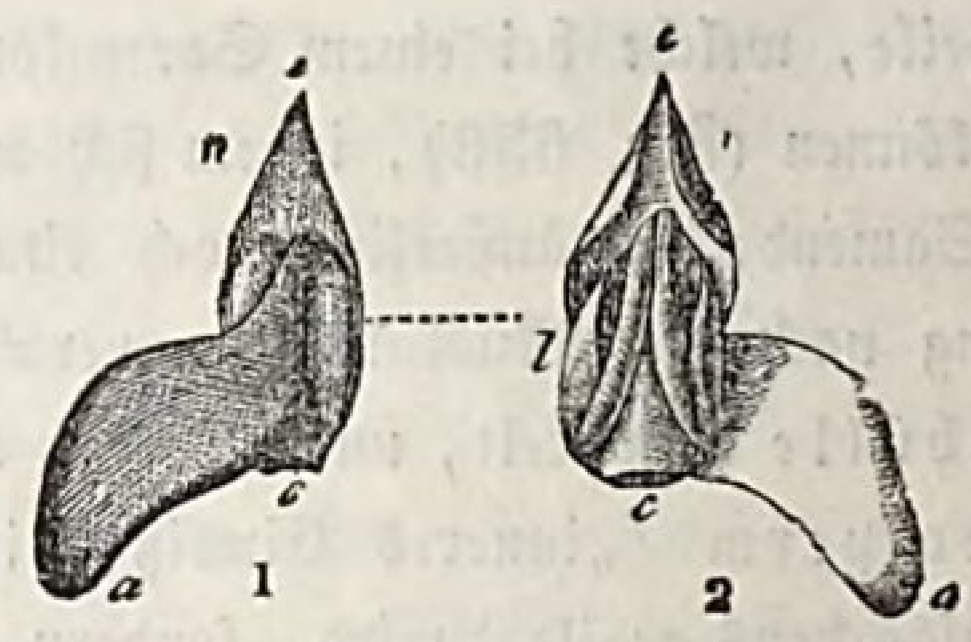


Fig. 655. Die gespornten Antheren des duftenden Veilchens (Viola odorata), vergrößert. *

* 1 Aeußere Seite. 2 Innere Seite; *a* Anhängsel; *c* Connektiv; *l* Fächer; *r* Spalte.

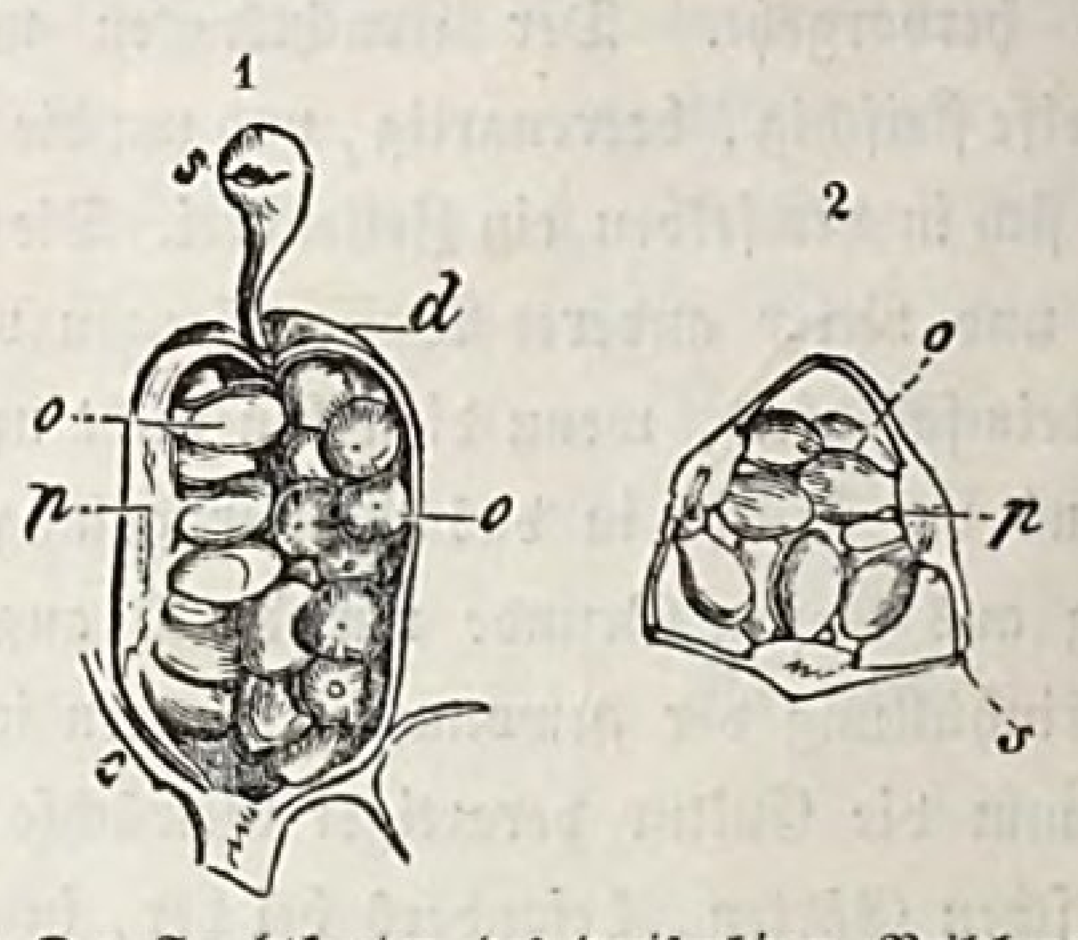


Fig. 656. Der Fruchtknoten des dreifarbigen Veilchens (Viola tricolor), vergrößert. *

*1 Senkrecht angeschnitten; 2 Horizontaldurchschnitt; *s* Narbe; *d* Fruchtknoten; *c* Kelchblätter; *p* an die Fruchtwand angewachsener Samenträger; *o* Samenknospen; *s'* Naht, in welcher die Karpelle vereinigt sind.

Karpellen, welche nur die Umfangswandung, aber keine Scheidewände bilden, und trägt einen am Grunde knieförmig gebogenen Griffel, mit becherförmig vertiefter und von einem Drüsenwulste umgebener Narbe. Drei Samenträger, in den Achseln der Karpelle entspringend, sind an die letzteren angewachsen. Wir benutzten die Abbildung des Fruchtknotens einer Violacee schon früher (Seite 810) zur Erläuterung der wandständigen Samenknospenstellung (Fig. 656). Die Samen sind mit einer dünnhautigen, um den Nabel wulstigen Samenhülle umgeben. — Die Violaceen enthalten eine eigenthümliche brechenerregende Substanz, das Violin, welches im ganzen Kraute, freilich nur in geringer Menge, enthalten ist, in der kriechenden perennirenden Axe dagegen (der fälschlich sogenannten „Veilchenwurzel") stärker angesammelt gefunden wird.

Den Violaceen sehr nahe verwandt, aber mit fast regelmäßigen Blüthen versehen, sind die Pflanzen der Familie der Sonnenröschen (Cistineæ), sowie die Orleanbäume (Bixineæ). Zu letzteren gehört der Arnatto oder Färberorlean (Fig. 657), ein Baum des tropischen Amerika, dessen Früchte einen rothen Fruchtbrei enthalten, in welchem die Samen eingebettet liegen, und welches als Orlean oder Ruku in Form von violetten oder rothen Kuchen zu uns gebracht und zum Roth- und Gelbfärben benutzt wird. Die Familien der Sauvagesien (Sau-



Fig. 657. Zweige mit Blüthen und Blättern vom Arnatto- oder Färberorleanbaume (Bixa orellana).



Fig. 658 Ein Kronenblatt, *p*, der Sumpfparnassie oder des Studentenröschens (Parnassia palustris) mit dem davorstehenden Nektarienkörper, *n*. Doppelte Größe.

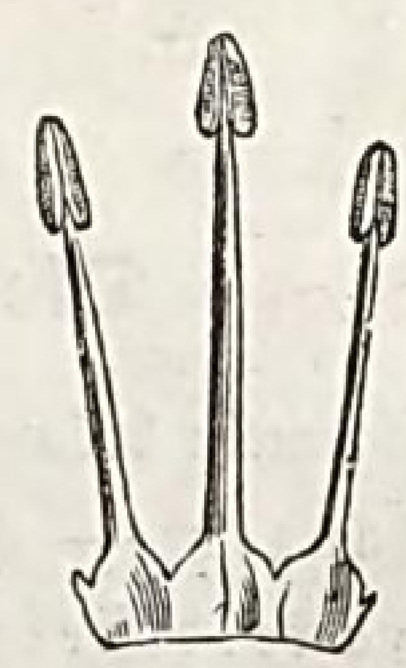


Fig. 659. Drei von den zehn Staubfäden der gemeinen Tamariske (Tamarix gallica) mit ihrer Verwachsung am Grunde.

vagesieæ), der Markgravien (Marcgravieæ) und der Flacourtien (Flacourtieæ) enthalten nur tropische, noch wenig bekannte Gewächse. Wenig wichtig sind auch die Nordamerikanischen Sarracenien (Sarraceniеæ), Kräuter mit hohlen, schlauchförmigen Phyllodien, über welchen die eigentliche Blattspreite eine Art Deckel darstellt. —

Die mit ganz regelmäßig gebildeten Blüthen versehenen Parnassieen (Parnassieæ), zu welchen die Sumpfparnassien und die Sonnenthaugattungen (Drosera) unserer Torfsümpfe, sowie die Fliegenfallen (Dionæa muscipula) gehören, bieten mancherlei interessante Verhältnisse dar. Bei der Parnassie entspringen in den Achseln der fünf weißen Kronenblätter fünf eigenthümliche flache Körper, deren Rand mit einer Anzahl von filamentähnlichen Fäden besetzt ist, deren jeder ein drüsiges Köpfchen trägt (Fig. 658). Es erinnern diese Körper an die Verhältnisse, welche wir bei den Nyktagineen (Seite 918), Polygoneen (Seite 915) und Laurineen (Seite 922) kennen gelernt haben. Die eigentlichen, antherentragenden Staubfäden stehen mit den Kronenblättern abwechselnd in einem höheren Quirle. Dieselben nähern sich einer nach dem andern in der Blüthezeit ohne bemerkbare Veranlassung ganz regelmäßig dem Fruchtknoten, um den Inhalt ihrer Antheren auf die Narbe zu schütten. — Die Sonnenthaue, deren Blüthen sich nur in der höchsten Mittagshitze des Augustmonates zu öffnen vermögen, besitzen ganz ähnliche Fäden mit drüsigen Köpfchen, wie sie in der Blüthe der Parnassie erscheinen, auf der Fläche und am Rande ihrer Blätter, und diese Fäden krümmen sich, sobald man dieselben berührt. Da nun die Blattflächen der Honigsäfte wegen, welche die Drüsen aussondern, vielfach von kleinen Insekten besucht werden, so findet man meistens

einige solche durch das Pflänzchen gefangen und getödtet; denn die Berührung und Bewegung des Thierchen veranlaßt die Drüsenfäden, sich zu krümmen, und diese Krümmung endigt nicht eher, als bis das Thierchen aufhört, sich zu bewegen. In größerem Maßstabe zeigt die nämliche Erscheinung die deßhalb berühmte Venusfliegenfalle im südlichen Theile Nordamerikas.

Die Familie der Tamarisken (Tamariscineæ) enthält den vorigen nahe verwandte, aber meist baum- oder strauchartige Pflanzen, welche sich durch Bitterstoffe und Gerbsäure auszeichnen, welche letztere sie in vorzüglich großer Menge enthalten. Die gemeine Tamariske wird in unsern Gärten oft als Zierstrauch gesehen. Die Blüthen derselben enthalten zehn Staubfäden (Fig. 659), deren Filamente an ihrem Grunde ausgebreitet und zu einer Art von Ring um den Grund des Fruchtknotens verwachsen sind.

Achtzehnte Ordnung.

Die Kürbisfrüchtler. Peponiferæ.

Die allgemein bekannte Kürbisfrucht charakterisirt nicht allein die eigentlichen Kürbispflanzen — Kürbisse, Melonen, Gurken u. s. w. — sondern auch die stacheligen Fackeldisteln oder Cactuspflanzen und die Stachelbeeren und diesen verwandte Gewächse. Eine Stachelbeere und Johannisbeere zeigen, von dem so unwesentlichen Größenverhältnisse abgesehen, keine erhebliche Verschiedenheit von den Kürbissen, deren es fast centnerschwere, wohl aber auch nur $1/2$ Zoll große gibt.

Die Familie der Kürbispflanzen (Cucurbitaceæ) enthält außer den allgemein bekannten Pflanzen, welche nach ihren oben erwähnten Früchten benannt zu werden pflegen, noch manche andere Gattungen, welche größtentheils in Europa nicht einheimisch sind. Die meisten derselben sind einjährig, mit einfacher Büschelwurzel, selten mit rübenartigem Knollen der unterirdischen Axe, wie die Zaunrüben, kriechend, kletternd und rankend, mit großen Blättern versehen und überall mit stacheligen, einfachen, aber mehr-

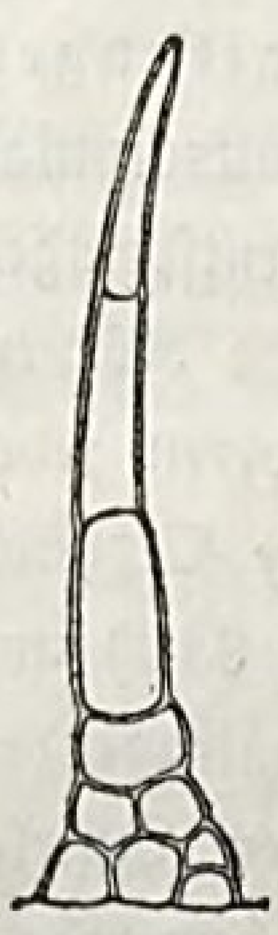


Fig. 660. Einfaches mehrzelliges Haar von dem Stamme der gemeinen Zaunrübe (Bryonia alba), vergrößert; e Epidermis, auf welcher das Haar steht.



Fig. 661. Eine weibliche Blüthe der Melonenpflanze (Cucumis melo).*

* o Fruchtknoten, von den angewachsenen Blumenorganen bedeckt; l freier Theil des Kelches, dessen fünf Blätter mit einander vereinigt sind; p Kronenblätter, zu einer trichterförmigen, scheinbar „einblätterigen“ Blumenkrone verwachsen.

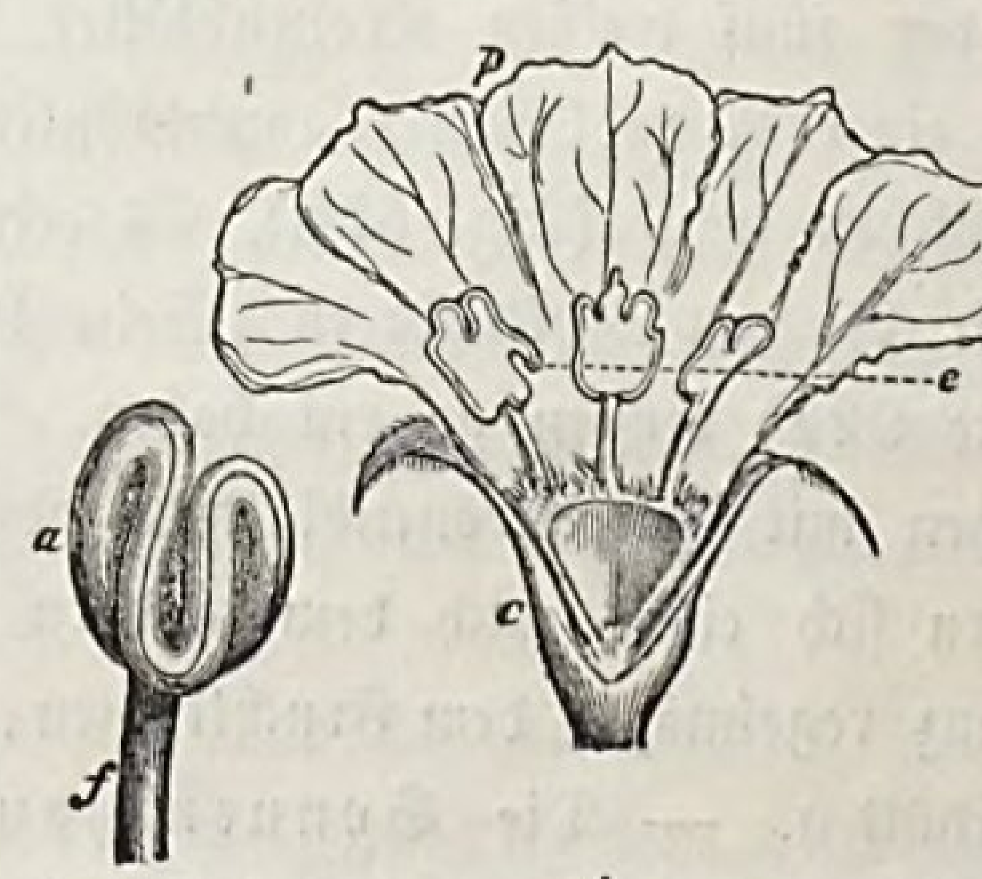


Fig. 662. Die männliche Blüthe der gemeinen Gurkenpflanze (Cucumis sativus), senkrecht angeschnitten. *

* A Die Blüthe; c Kelch; p Krone; e Antheren. — B Eine Anthere, vergrößert; f Filament; a Anthere mit bandartig gewundenen Fächern.



Fig. 663. Eine Anthere vom Staubfaden der diöcischen Zaunrübe (Bryonia dioica), vergrößert. *

* f Spitze des Filamentes; l bandartig gefaltete Antherenfächer.

zelligen Haaren besetzt (Fig. 660). Die Ranken sind hier als metamorphosirte Blätter zu betrachten; ihre Stellung beweist dieses deutlich, und ihre Verästelung läßt oft noch ganz deutlich die handförmige Verästelung der Blattadern wieder erkennen. Sie sind anfänglich lang ausgestreckt, gleichsam als suchten sie einen Haltpunkt; nachdem sich aber ihre Spitzen um einen Gegenstand, welchen sie erreichten, fest geschlungen haben, zieht der ganze übrige Theil sich spiralförmig zusammen. Die Blüthen sind meistens getrennten Geschlechtes, diklinisch, mitunter sogar diöcisch. Die sämmtlichen Blattorgane sind dem Fruchtknoten angewachsen, so daß die freien Spitzen der Kelch- und Kronenblätter, je fünf an der Zahl, welche noch obendrein unter einander randlich vereinigt sind, epigynisch erscheinen (Fig. 661). Der männlichen Blüthe fehlt natürlich der Fruchtknoten, vom Griffel und der Narbe sind indessen mitunter verkümmerte Spuren bemerkbar. Die Filamente der Staubfäden sind auch in dieser Familie an die Kronenblätter angewachsen (Fig. 662). Die Antheren haben eine höchst seltsame Form, indem dieselben sehr lange, bandartig auf der Spitze des Filamentes zusammengefaltete Fächer besitzen (Fig. 663). Die Entwicklung dieser Staubfäden beim gemeinen Kürbis, zu deren Beobachtung man sich im Sommer so leicht das Material verschaffen kann, diente uns schon früher (Seite 733) zur Erläuterung der Bildung des Pollen (Fig. 664 und 665). Die weiblichen Blüthen (Fig. 666) besitzen einen

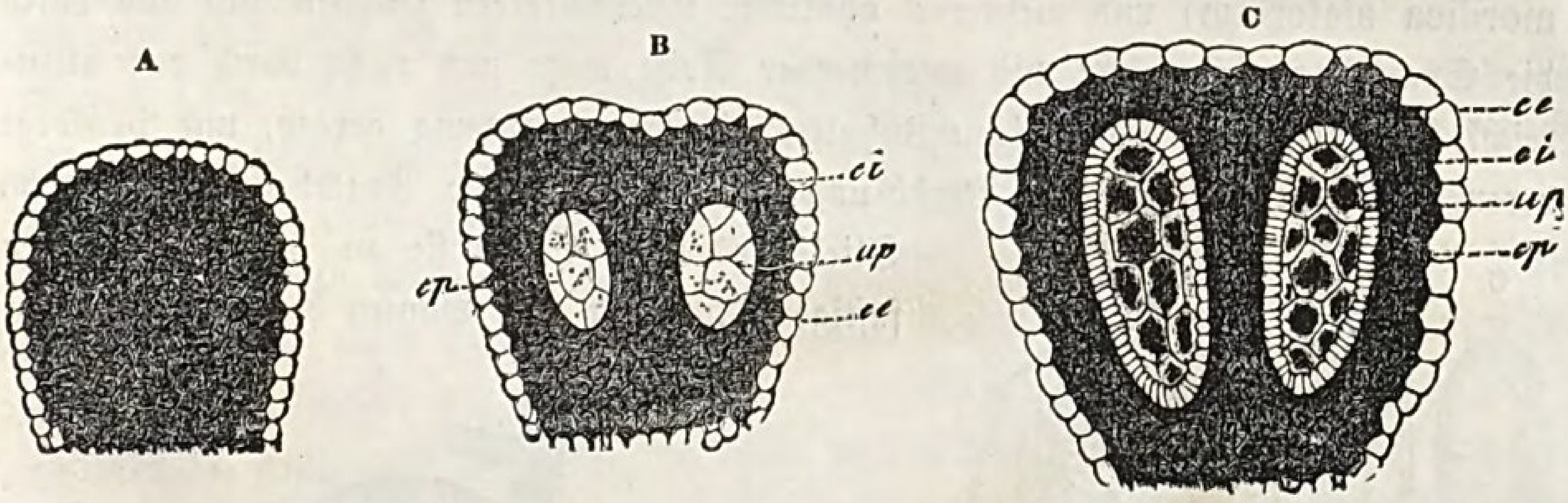


Fig. 664. Die Entwicklung des Pollen in den Antheren des gemeinen Kürbis (Cucurbita pepo). *

* A Horizontalschnitt einer Anthere aus einer Knospe von 1/2 Linie Länge, vergrößert; man bemerkt nur die Oberhautzellenschicht und im Innern sehr kleinzelliges Parenchym. — B Ebenso in einem weiter entwickelten Zustande; ce Oberhautzellen; ci kleinzelliges Parenchym; up Pollenmutterzellen, deren sich zwei bilden, den beiden Antherenfächern entsprechend; cp eine Lage kleinerer Zellen, welche jede Pollenmutterzelle umgeben. — C Ebenso, noch mehr entwickelt.

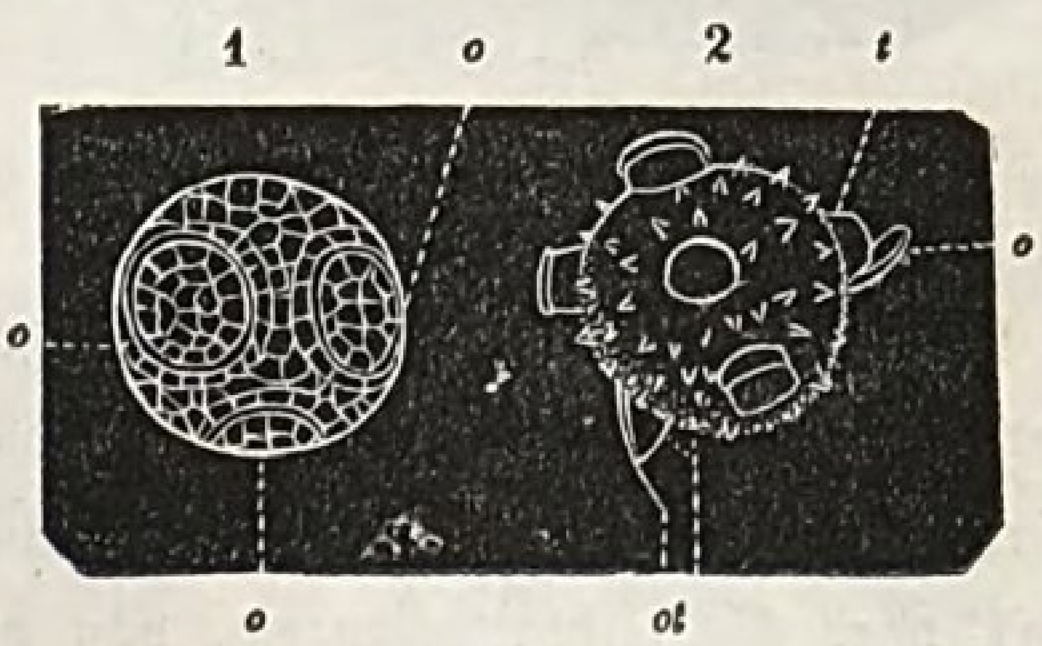


Fig. 665. Pollenzellen von Kürbisfrüchtlern, vergrößert. *

* 1 Pollenzelle von einer Passifloree, der Kermespassionsblume (Passiflora kermesina), mit netzförmig zerborstener Verdickungsschicht, deren größte, schildförmige Partieen o eine Dehiscenz der Pollenzelle durch Losreißung einer Art von Deckelchen bewirken. — 2 Pollenzelle des gemeinen Kürbis (Cucurbita pepo) mit ähnlichen Deckelchen o, welche bereits aufgehoben sind und den Pollenschläuchen t, welche sich zu bilden beginnen, den Austritt verstatten.



Fig. 666. Die weibliche Blüthe der gemeinen Gurkenpflanze (Cucumis sativus). *

* co Fruchtknoten mit den angewachsenen Blüthenorganen umgeben; p Krone, s Griffel mit den Narben.

langgestreckten Fruchtknoten und einen Griffel, dessen fünf Narbenpolsterchen die ursprüngliche Fünfzahl deutlicher zur Schau tragen, als der Griffel selbst und der Fruchtknoten, welche beide eher dreizählig aussehen, was man als eine Folge inniger Vereinigung zweier Paare von Karpellen zu betrachten hat. Der Fruchtknoten ist ohne Scheidewände; in den Achseln der Karpelle stehen drei Samenträger, welche an die Wandung der Frucht gewachsen sind (Fig. 667). Bei der Reife verschmelzen die fleischigen Zellenmassen der Fruchtwandung, welche aus den Karpellen, den angewachsenen Kronenblatt= und Kelchblatttheilen besteht, so innig mit einander, daß man keine Grenzlinie, noch irgend eine Verschiedenheit auf dem Querschnitte mehr wahrnimmt. Der Samen besteht aus einer äußeren, lederig festen und einer zarten inneren Samendecke, welche einen Embryo ohne Endosperm oder Perisperm enthält. In Folge der Umkehrung der Samenknospen liegt die Mikropyle neben dem Nabelpunkte, und eben dahin ist die Wurzelspitze des Embryo gerichtet. Letzterer hat sehr beträchtliche blattartige Cotyledonen. Das leitende Gewebe, welches den Fruchtknoten umgab, und die ganze innere Zellenmasse der Samenträger und der Karpelle hat sich frühzeitig in einen sehr saftreichen Zellenbrei verwandelt. — Man findet die Kürbisse in sehr vielen verschiedenen Varietäten der Form und Größe der Frucht (Fig. 668). Die Früchte der Zaunrüben sind nur kleine, saftige Beeren von schwarzer oder rother Farbe. Die Früchte der Spring= oder Eselsgurke (Momordica elaterium) und mehrerer ähnlicher Cucurbitaceen zeichnen sich aus durch die Spannung, in welche mit zunehmender Reife mehr und mehr durch das allzureichliche Anwachsen des saftigen Inhaltes die Fruchtwandung geräth, und in Folge deren es nur einer geringen Berührung bedarf, damit die Frucht sich von ihrem Stiele losreiße, indem sie an diesem Ende den saftigen Brei mit den Samen herausspritzt.

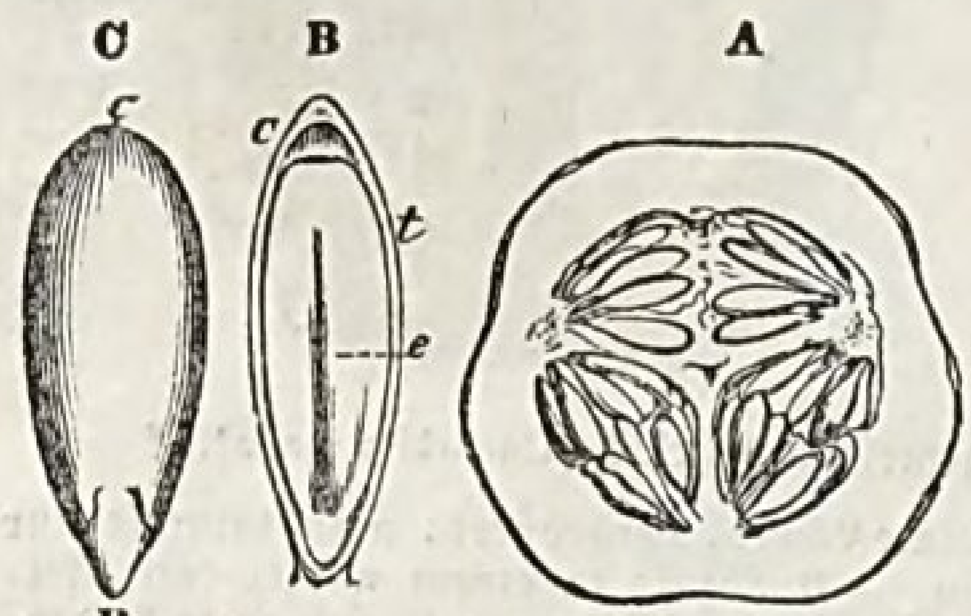


Fig. 667. Die Samenbildung der gemeinen Gurke. *

* A Der Fruchtknoten, horizontal durchschnitten, um die drei, an die Fruchtwand gewachsenen Samenträger mit den zahlreichen Samenknospen zu zeigen. — B Ein reifes Samenkorn, senkrecht durchschnitten t Samendecke; e Embryo; c Knospengrund, woselbst die Samendecke verdickt ist. — C Der Embryo für sich; c Cotyledonen; r Axenorgan.



Fig. 668. Kürbisse von verschiedenen Formen.

Die Familie der Escallonien (Escalloniææ) enthält nur einige südamerikanische Pflanzen von der Tracht unserer Heidelbeersträucher, mit kleinen Kürbisfruchtbeeren, einige aber auch mit dürren Kapselfrüchten. Solche Früchte besitzen auch die Begoniaceen (Begoniaceæ) oder Schiefblattpflanzen, von denen einige Arten, besonders die zweifarbige Begonie (Begonia discolor) mit unterseits blutrothen, schiefherzförmigen Blättern, bei uns als Ziergewächse in Zimmern gezogen werden. Dieselben zeigen eine ähnliche gruppenweise Stellung der Stomate, wie wir sie bei den Saxifrageen (Seite 991) kennen lernten. Die Form der Staub=

fäden, an deren keulenförmigem Ende die Antherenfächer nur als schmale Behälter erscheinen, ist von Interesse (Fig. 668, a).

Die Familie der Stachelbeerpflanzen (Grossularieæ) umfaßt unsere bekannten Stachelbeersträucher (Ribes grossularia) und Johannisbeersträucher (R. rubrum), erstere mit vereinzelteren Blüthen und Früchten, letztere mit traubenförmigen Blüthen- und Fruchtständen. Viele Naheverwandte derselben werden bei uns als Ziersträucher gezogen, wie besonders der goldgelb und duftig blühende nordamerikanische Johannisbeer-Strauch (Ribes aureum). Die Dornen der Stachelbeersträucher sind nicht von den Blättern, sondern nur von den als Wulste an die Zweige gewachsenen Phyllodien gebildet. Man sieht den Blattstielwulst dicht unter jedem Blatte sich als einfachen, mitunter aber auch als dreifachen Dorn erheben (Fig. 669). Die Blüthen der Grossularieen sind zweigeschlechtig übrigens denen der Cucurbitaceen sehr ähnlich, und ihre Früchte gleichen jenen ganz. An der Bildung des Fruchtbreies nehmen hier auch die äußeren Zellen der Samendecken mit Antheil, weßhalb man, die Samen aus der reifen „Beere“ hervorquetschend, jedes Samenkorn von einer Hülle von Brei umgeben findet, welche ihm selber angehört.

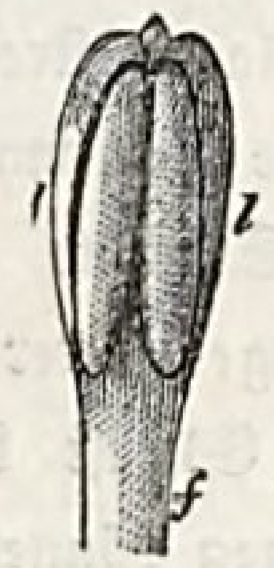


Fig. 668. *a.* Der obere Theil des Staubfadens einer Schiefblattpflanze (Begonia manicata), vergrößert. *

* *f* Filament, dessen keulenförmig verdicktes Ende das Connektiv bildet; *ll* Antherenfächer.



Fig. 669. Ein Zweig des Gartenstachelbeerstrauches (Ribes grossularia, var. uva-crispa). *

* *r* Zweigaxe; *ff* Blätter, nur theilweise gezeichnet; *cc* Blattstielwulste, in Dornen auslaufend, über denen sich schon die Abgliederung der Blätter angedeutet findet; *bb* Achselknospen, welche nach Abfall der Blätter unmittelbar in den Achseln der Dornen stehen.

Bei der Familie der Fackeldisteln oder Cactuspflanzen (Cacteæ) fehlen die Blätter ganz, und Dornen vertreten ihre Stelle. Ja, diese Dornen tragen in ihrer Achsel sehr gewöhnlich anstatt Zweigen eine polsterartige Warze mit Haaren und Dornenbüschelchen besetzt, welche nichts anderes sind, als unausgebildet gebliebene Zweige mit ihren in Dornen verwandelten Blattorganen. Die Dornenbüschel zeigen ganz die regelmäßige Anordnung, welche wir bei Blättern zu sehen gewohnt sind. Die Stämme selbst und eben so auch die ausgebildeten Zweige sind sehr seltsam geformt, indem ihr Rindenparenchym nach den Längslinien, auf welchen die Dornenbüschel stehen, leistenartige Vorragungen besitzen, welche unter jedem Dornbüschel einen Wulst bilden und durch einen solchen auch da die Stellung der Blätter andeuten, wo die Dornen völlig fehlen, wie dieses bei einigen Arten der Fall ist. Axenorgane, welche mit solchen Saumleisten versehen sind, nennt man geflügelt. Bei manchen Cacteen sind nur zwei solcher Flügelleisten vorhanden (Epiphyllium phyllanthoides s. Cactus alatus), und bei diesen könnte man leicht zu dem Irrthume kommen, die blattförmigen Zweige für Blätter anzusehen — wie dies im gewöhnlichen Leben auch so häufig geschieht — wenn nicht aus den Rändern derselben die Blüthenknospen und auch Zweige hervorbrächen. Die Zahl der Flügelleisten erhebt sich bei manchen Zweigen ausnahmsweise auf drei; bei andern Cactusarten ist der Stengel gewöhnlich dreiflügelig (Cactus speciosus), ausnahmsweise auch

vier- oder fünfflügelig, bei andern besitzt er zahlreiche Leisten. Die Abänderungen, welche in dieser Beziehung bei einer und derselben Pflanze vorkommen, zeigen, daß sich das Grundverhältniß der Blattstellung bei denselben verändern könne. Die Holzbündel bilden in den Stämmen, welches auch deren Form sei, einen Holzkörper von rundem Querschnitte. Manche Cacteen sind melonenförmig (Melocactus, Fig. 670), oder ganz kugelig, andere dagegen langgestreckt, schlangenförmig (Cereus flagelliformis). Die Oberhaut, welche alle diese Stämme überzieht, besteht aus mehrfachen, sehr festen Zellenschichten, welchen Stomate ganz fehlen, eine Einrichtung, welche, verbunden mit dem Mangel ausgebildeter Blätter, die Verdunstung dieser Pflanzen fast gänzlich verhindern muß. Es ist bekannt, wie sehr aus diesem Grunde die Cacteen Dürre und Hitze ertragen können. Ja, dieselben sind auf den wasserlosen Hochebenen des heißeren Amerika, wo sie ihre eigentliche Heimath haben, für die Thiere in der trockenen Jahreszeit die einzige Wasserquelle und werden zu diesem Zwecke von solchen, trotz ihrer Dornen, zertreten und ausgesogen. — Die Pracht der Cacteenblüthen ist bekannt; man erkennt an denselben den allmähligsten Uebergang von Dornen zu Blattschüppchen und zu den herrlichen zarten Blumenblättern. Eine Unterscheidung von Kelch- und Kronenblättern ist nicht möglich. Die Staubfäden sind sehr zahlreich, wie die Blumenblätter, der Fruchtknoten trägt einen langen Griffel mit mehreren Narben. Die Blüthezeit dauert bei dem schönen weißblüthigen Nachtcactus (Fig. 671) nur wenige Stunden und fällt gerade in die Nachtzeit. Die Fruchtbildung der Cacteen stimmt ganz mit derjenigen der Stachelbeeren und Gurken überein, und wenn gleich die Früchte bei uns nie zur Entwicklung kommen, so bilden sie in ihrem Vaterlande dagegen ein sehr beliebtes Obst. Die noch mit den Blattschuppen besetzte Frucht des Nachtcactus ist etwa zweimal so groß, als eine große Stachelbeere. Die Früchte einer Opuntia (Opuntia ficus indica) heißen in Europa „indische Feigen." Diese Pflanze ist aus Südamerika in Südeuropa eingeführt und dort jetzt allgemein verwildert. Auf einer derselben nahe verwandten Art lebt die Schildlaus, von welcher man die Cochenillefarbe gewinnt (Seite 418).



Fig. 670. Cacteenstämme. *

* a Der Stamm einer Stavelia, aus der Familie der Asklepiadeen (Seite 950), deren Tracht derjenigen der Cacteen sehr ähnlich ist. — b Der Stamm eines Melonencactus (Melocactus); c der verzweigte, blattartig platte Stamm einer Opuntia (Opuntia vulgaris).



Fig. 671. Ein Zweig des Nachtcactus (Cereus grandiflorus) mit einer Blüthe und einer Frucht, 1/4 d. nat. Gr.

Die Familie der Melonenbäume (Papayaceæ) zeichnet sich durch eine völlig monocotyledonische Tracht aus. Der südamerikanische Melonenbaum oder Papao (Fig. 672) besitzt einen palmenähnlichen Stamm, ohne alle Verzweigung, an dessen Gipfel eine Krone von langgestielten, handförmig getheilten Blättern steht. Die Blüthenstände entspringen in den Achseln der Blätter; die Früchte sind den Melonen vergleichbar und werden genossen.

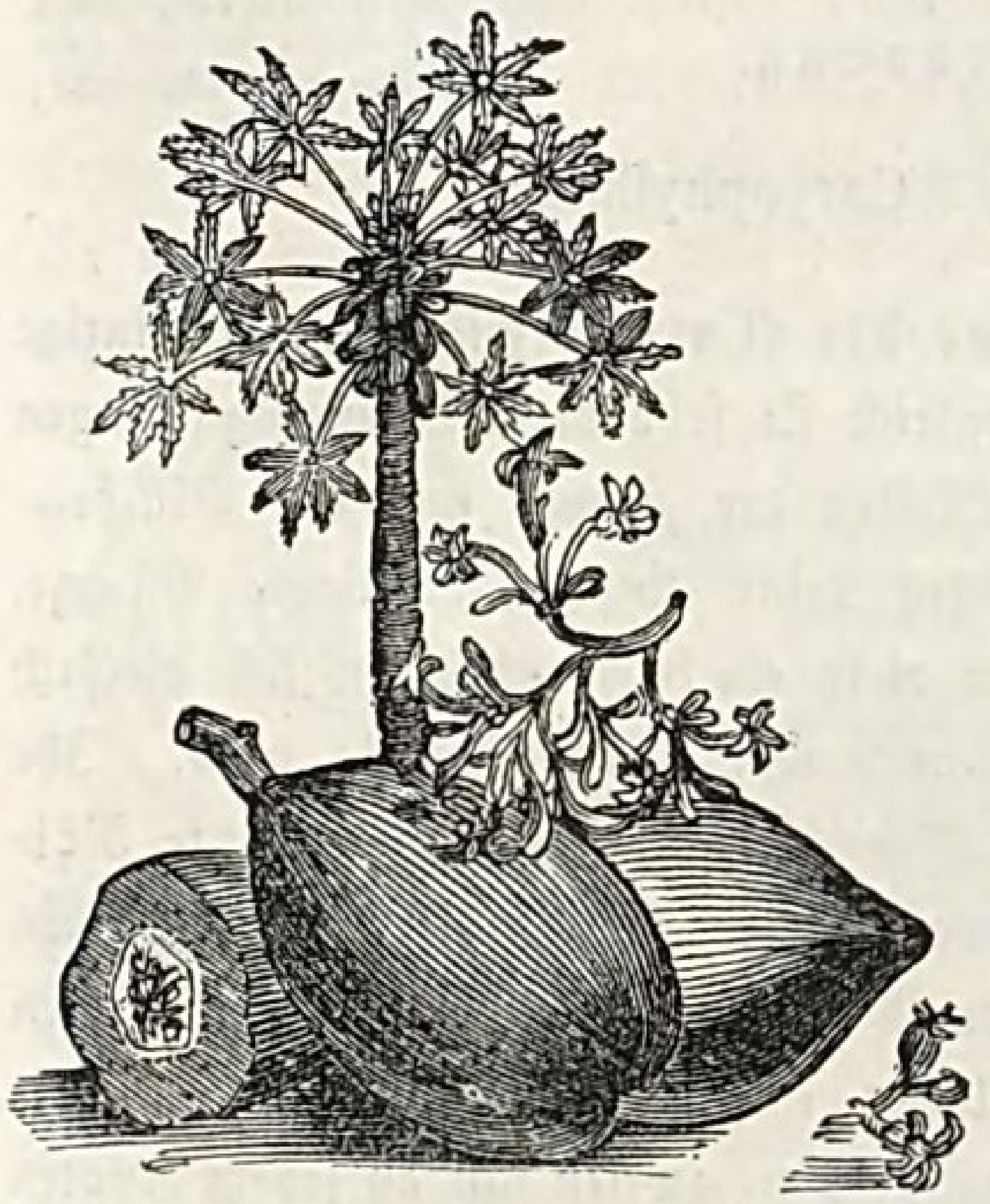


Fig. 672. Der Papao (Carica papaya), im Hintergrunde der Baum, welcher 20 Fuß hoch ist, im Vordergrunde ein Blüthenstand und die melonenartigen Früchte, von denen die eine durchschnitten ist.



Fig. 673. Die südamerikanische Grenadillpassiflore (Passiflora edulis). Ein Zweig mit Blättern, Ranken und Blüthe; dabei eine Frucht, auf deren Gipfel noch die drei Griffel stehen.

Die Familie der Homalineen (Homalineæ), Malesherbiaceen (Malesherbiaceæ) und Turneraceen (Turneraceæ), ganz auf das südliche Amerika beschränkt, enthalten zwar manche schöne, doch keine wichtigen Pflanzen. Ebenso die ostindischen Samydeen (Samydeæ). Auch die Loaseen (Loaseæ), rankende rauhstachelige Pflanzen, mögen nur deßhalb Erwähnung finden, weil ihre Borstenhaare, nicht allein, wie die der Cucurbitaceen, mehrzellig, sondern, ganz wie die der Urticeen, auch mit einer Drüse voll brennenden Giftsaftes versehen sind, so daß einige Arten bei jeder Berührung sehr heftigen Schmerz verursachen. Die schönen, aus Chile und Peru in unseren Gärten eingeführten Loasen (Loasa) lassen außerdem sehr ausgezeichnet die abwechselnde Annäherung der Staubfäden an die Narbe wahrnehmen.

Die Passifloren (Passifloreæ) gehören ihrer Früchte wegen auch hieher. Die Passionsblume (Passiflora cœrulea), welche man nicht selten in Töpfen zieht, und welche sowohl durch ihren schlingenden und rankenden Wuchs, als auch durch ihre herrlichen Blüthen eine vorzügliche Zierpflanze ist, gibt ein Beispiel dieser Familie. Die Ranken dieser Pflanze sind nicht, wie die der Kürbisse, metamorphosirte Blattorgane, sondern, wie bei dem Rebstocke, Zweige. Sie stehen in den Achseln von Blättern. — Die Blüthen besitzen einen dreiblätterigen Kelch, über welchem sich die Blüthenaxe noch verlängert; dann folgt ein doppelter Kreis von zweimal fünf Kronenblättern und auf diese ein Kreis von fünf mit den vorigen verwachsenen Blättern, welche in sehr zahlreiche gleich lange Fäden auslaufen und so einen prachtvollen Fransenkranz in der Blume darstellen. Die Blüthenaxe ist,

über diesen Blattquirlen abermals verlängert; es folgen dann die fünf Staubfäden, auf deren Gipfeln die eigenthümlich schwammigen Antheren balancirend schweben; über diesen steht endlich der Fruchtknoten, mit dreien Griffeln endigend. Die Früchte, welche von einigen Arten genießbar sind, und „Grenadilläpfel“, „Wassermelonen“ u. s. w. genannt werden, sind ganz melonenähnlich (Fig. 673).

Neunzehnte Ordnung.

Die Nelkenblüthler. Caryophyllinæ.

Die Familie der eigentlichen Nelkengewächse (Caryophylleæ) ist die einzige wichtigere dieser Ordnung, und auch diese, obgleich sie sehr viele Pflanzengattungen umfaßt, ist nur wegen mancher Eigenthümlichkeiten der Tracht und der Blüthen- und Fruchtbildung merkwürdig, enthält dagegen keine einzige wichtigere Pflanze. Alle Nelkengewächse sind krautartig, nur haben viele ein kriechendes und sich vielfach verästelndes Rhizom, welches ausdauernd und auch wohl etwas holzig wird. Ihr Wuchs hat manche Aehnlichkeit mit dem der Gramineen, indem sowohl die Rhizomaxen, welche oft wahre Rasenbildung veranlassen, als auch die oberirdischen Zweigaxen zwischen den einzelnen Internodien Anschwellungen, eigentliche Knoten besitzen, welche den Ursprungspunkten der Blätter entsprechen. Indessen sind die Internodien hier keineswegs hohl. Die Blätter, stets zu zweien sich an jedem Knoten gegenüberstehend, sind an ihrem Grunde zu einer gemeinsamen, stengelumfassenden Scheide verwachsen. Die einzelnen Paare stehen weder in gleicher Stellung über einander, noch kreuzen sie sich rechtwinklig. Vielmehr ist die Abweichung eine so geringe, daß sie etwa $\frac{1}{8}$ des Stengelumfanges beträgt, und daß somit je das fünfte Blätterpaar wieder genau über dem ersten steht. Die Blätter sind bei vielen Nelkengewächsen, besonders bei den eigentlichen Nelken (Dianthus) sehr einfach, Grasblättern höchst ähnlich, schmal, rinnenförmig gekielt und paralleladerig, dabei mit sehr zahlreichen Stomaten auf der oberen und unteren Fläche versehen, so daß deren Zahl, z. B. bei der Gartennelke (D. caryophyllus) auf einen Quadratzoll beider Flächen 38,500 beträgt. Bei den einen sind alle Theile der Oberhaut völlig glatt, bei andern dagegen stark behaart und bei einigen sondern diese Haare klebrige Feuchtigkeit aus, wie z. B. bei der Pechnelke (Lychnis viscaria, Fig. 674). Der Blüthenstand entspricht der Stellung der Blätter. Während allemal die Hauptaxe mit einer Blume endigt, entspringen neben derselben zwei Achselzweige, deren jeder wieder mit einer Blume endigt, zugleich aber wieder dieselbe Verästelung trägt (Fig. 675). Es entsteht so ein immer zahlreicherer, dichotomischer Blüthenstand, dessen Blüthe, wenn man absieht von denen der erloschenen Axen, welche früher abblühen, einigermaßen doldenähnlich aussieht und als „schirmförmige Trugdolde“ bezeichnet zu werden pflegt. Durch Fehlschlagen der einen oder anderen Zweigaxe wird ein solcher Blüthenstand häufig sehr unregelmäßig (Fig. 676). Die Blüthenorgane zeigen in dieser Familie gewöhnlich die Fünfzähligkeit, welche mitunter in allen Quirlen höchst vollständig auftritt, doch finden sich auch oft die auffälligsten Beispiele von regelmäßiger Fehlschlagung (Fig. 677), oder dagegen von Ueberzähligkeit (Fig. 678) eines oder mehrerer Glieder eines Quirles der Blüthenorgane.



Fig. 674. Haare aus rosenkranzförmig auf einander gereihten Zellen gebildet von der brennenden Liebe (Lychnis chalcedonica), vergrößert.

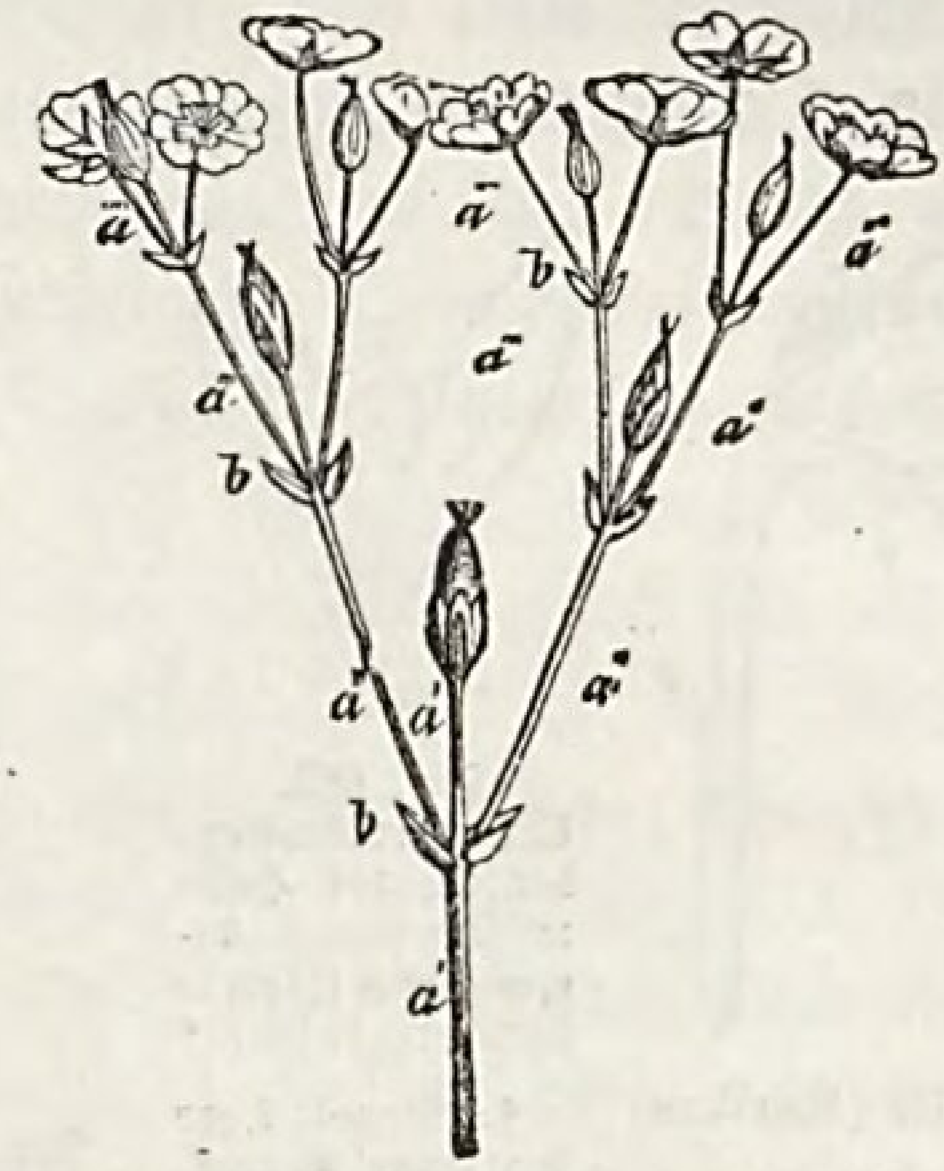


Fig. 675. Regelmäßiger dichotomischer Blüthenstand des großblumigen Hornkrautes (Cerastium grandiflorum). *

* a' Hauptaxe, welche mit einer schon zur Frucht gediehenen Blüthe endigt; bb die beiden letzten Blätter dieser Axe; a'' Zweigaxen, in den Achseln dieser Blätter entspringend und auch schon mit Frucht endigend; aus ihren letzten Blattachseln entspringen die Zweigaxen a''' u. s. w.



Fig. 676. Durch Fehlschlagen unregelmäßiger Blüthenstand des kleinblüthigen Hornkrautes (Cerastium tetrandrum). *

* Die Bedeutung der Buchstaben ist die nämliche, wie bei der vorigen Figur.

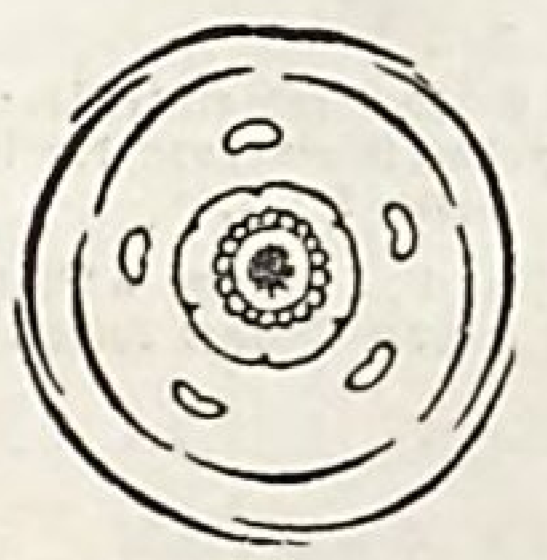


Fig. 677. Diagramm der Blüthe des gemeinen Hühnerschwarmes (Alsine media). Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; fünf Staubfäden; sechs Karpelle zum Fruchtknoten vereinigt; ein Samenträger in der Mitte.

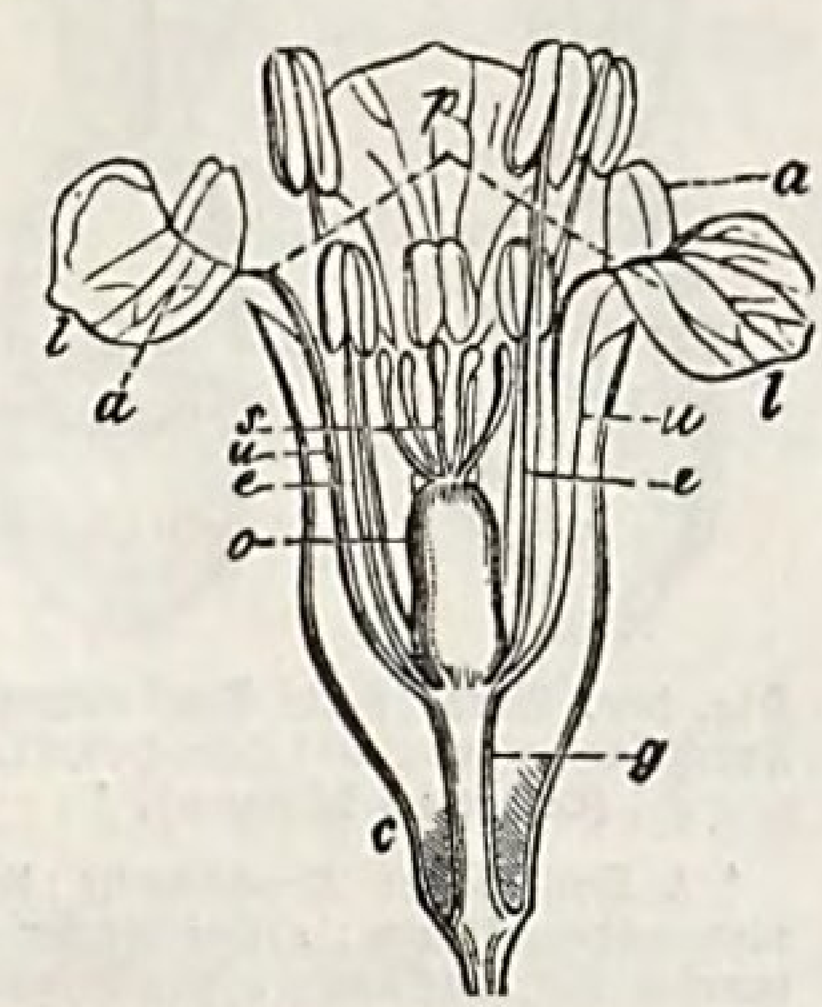


Fig. 679. Vergrößerte Darstellung eines senkrechten Durchschnittes der Blüthe einer Pechnelke (Lychnis viscaria). *

* c Kelch; p Kronenblätter mit ihrem verlängerten unteren Theile, dem „Nagel“ n, und ihrem Lappen l; aa inneres Anhängsel der Kronenblätter; e Staubfäden; o Fruchtknoten; s Griffel; g die Blüthenaxe, oberhalb des Kelches verlängert.



Fig. 680. Der fünfblätterige Kelch des großblumigen Sternkrautes (Stellaria holostea).

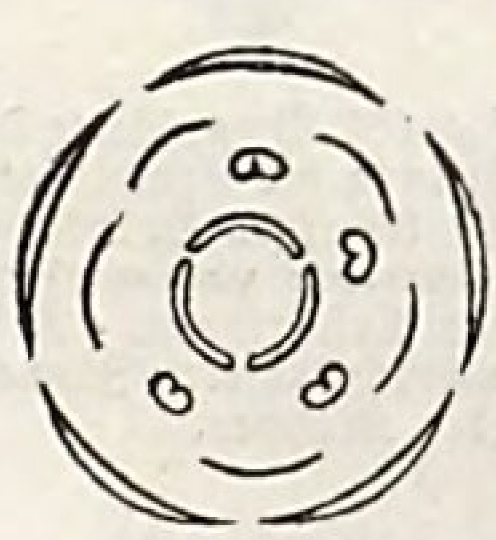


Fig. 678. Diagramm der Blüthe des doldenblüthigen Spurrkrautes (Holosteum umbellatum). Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; vier Staubfäden; drei Karpelle; ein Samenträger in der Mitte.



Fig. 681. Glockenförmiger Kelch mit fünf Spitzen von dem blasigen Leimkraute (Silene inflata).

Die Blüthenaxe ist über dem Kelche noch ein wenig verlängert (Fig. 679); dieser ist bald aus fast ganz getrennten Blättern gebildet (Fig. 680), bald ganz glockenförmig vereinigt (Fig. 681). Unter dem Kelche steht mitunter noch ein Afterkelch, aus zweien Paaren von Blättern gebildet, welche hier als Deckblätter auftreten (Fig. 682). Die Kronenblätter liegen bei dieser Familie in der Präflorescenz (Knospenlage) gedreht, wie bei den Convolvulaceen und anderen Drehblüthlern. Die Form derselben ist bei vielen sehr eigenthümlich, indem der untere Theil sehr schmal und verlängert ist, während der obere sich ausbreitet, und dabei meistens am Rande zertheilt (Fig. 682). Man unterscheidet dann den ersteren Theil als Nagel, den letzteren als Saum. Der Saum ist mitunter einfach getheilt, so daß man auf den ersten Blick die doppelte Zahl der vorhandenen Kronenblätter zu sehen glaubt

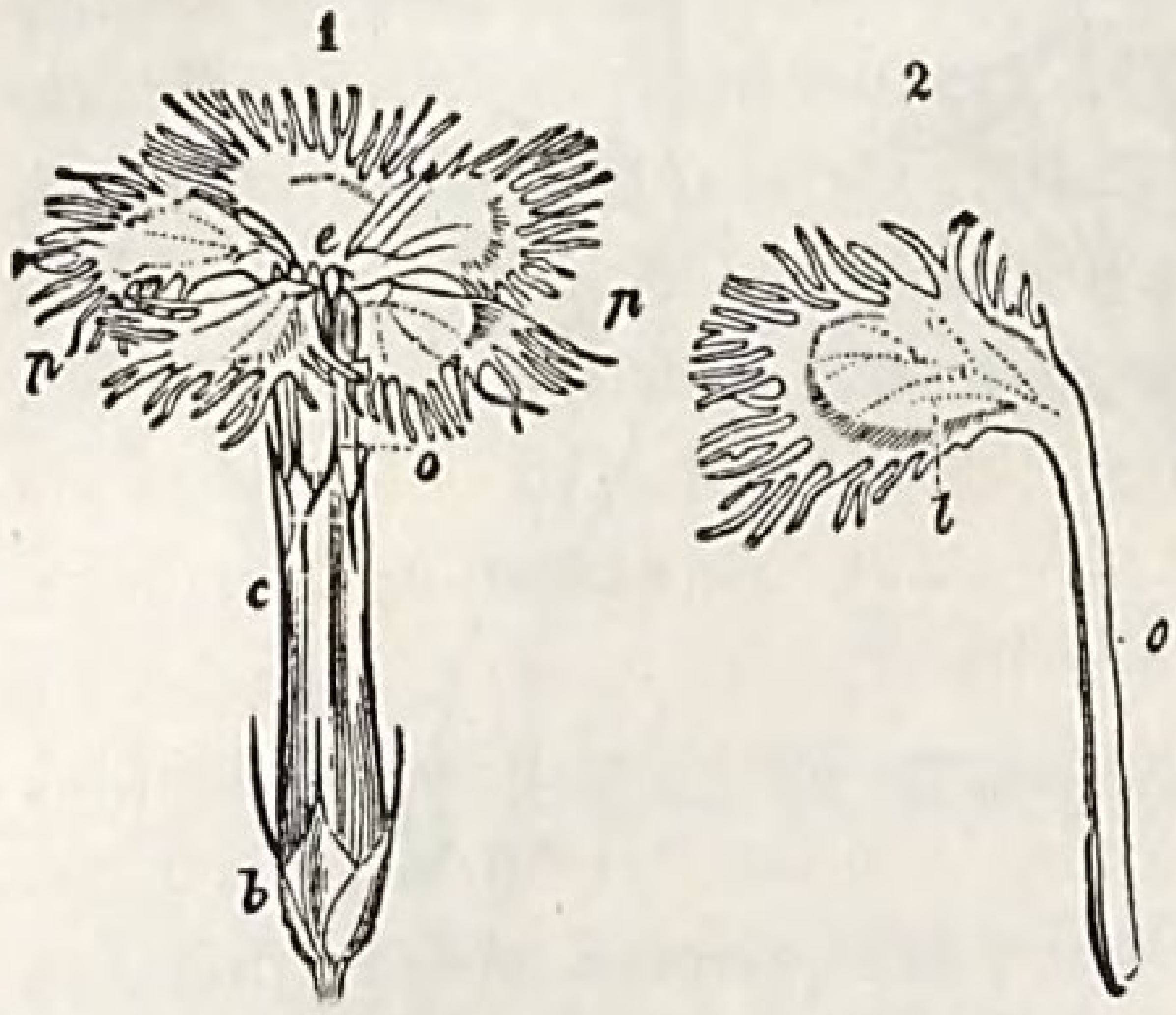


Fig. 682. Die Blüthe einer Gartennelke (Dianthus monspessulanus). *

* 1 Die ganze Blüthe; b Afterkelch; c Kelch; p Kronenblätter, mit ihrem Nagel o und ihrem Saume l. — 2 Ein Kronenblatt für sich; o Nagel; l Saum.



Fig. 683. Eines der Kronenblätter des Hühnerschwarmes (Alsine media), sechsfach vergrößert. *

* o Nagel; l gespaltener Saum.



Fig. 684. Ein Kronenblatt der Feuernelke (Lychnis fulgens) von der inneren Seite. *

* o Nagel; l Saum; a Blatthäutchen auf der Grenze beider.

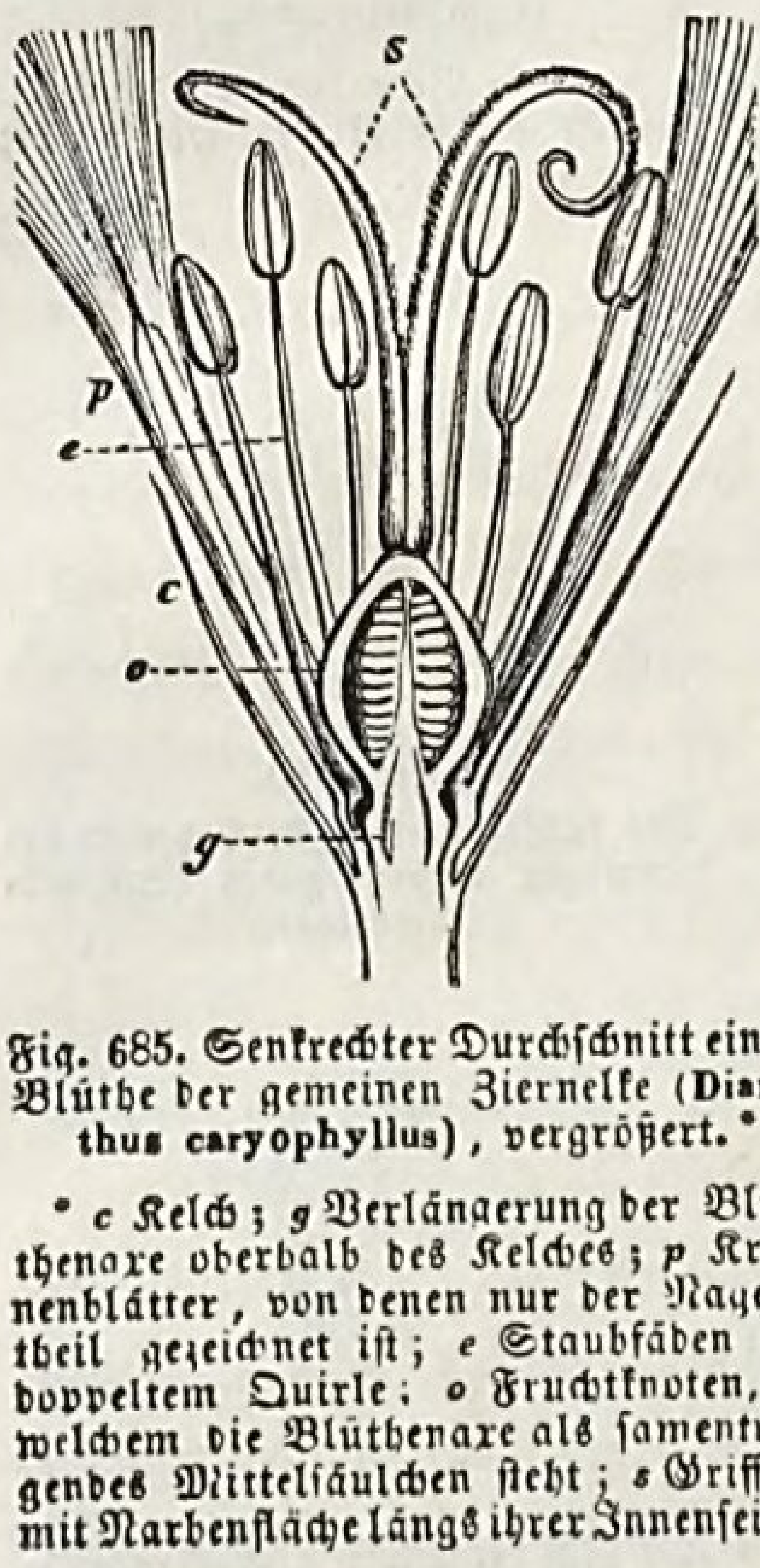


Fig. 685. Senkrechter Durchschnitt einer Blüthe der gemeinen Ziernelke (Dianthus caryophyllus), vergrößert. *

* c Kelch; g Verlängerung der Blüthenaxe oberhalb des Kelches; p Kronenblätter, von denen nur der Nageltheil gezeichnet ist; e Staubfäden in doppeltem Quirle; o Fruchtknoten, in welchem die Blüthenaxe als samentragendes Mittelsäulchen steht; s Griffel, mit Narbenfläche längs ihrer Innenseite.



Fig. 586. Vergrößerte Darstellung des Fruchtknotens vom haarigen Hornkraute (Cerastium hirsutum). *

* A Senkrechter Durchschnitt; B Horizontaldurchschnitt; s fünf Griffel mit innerer Narbenfläche; o Fruchtknoten; p Samenträger; g Samenknöspchen.



Fig. 687. Vergrößerte Darstellung des Fruchtknotens des klebrigen Hornkrautes (Cerastium viscosum) nach dem Aufspringen. c Kelch; p Fruchtkapsel; v Zähnchen oder Klappen.

(Fig. 683). Sehr häufig ist es, daß die Kronenblätter an ihrer inneren Fläche ein blattartiges Anhängsel (Fig. 679, a) tragen, welches fast wie eine Verdoppelung des Blattes selbst aussieht (Fig. 684); es scheint dasselbe dem Blatthäutchen der Grasblätter (Seite 822) verglichen werden zu müssen, und würde demnach die auffallende Verschiedenheit von Nagel und Saum so zu erklären sein, daß ersterer dem Blattscheidentheile, letzterer der eigentlichen Blattspreite entspräche — eine weitere höchst auffallende

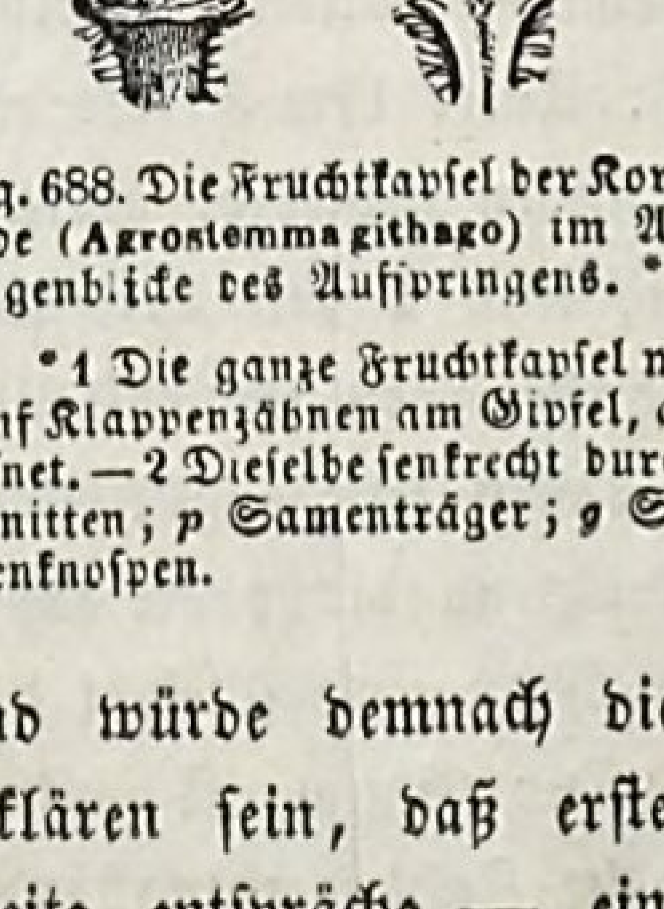


Fig. 688. Die Fruchtkapsel der Kornrade (Agrostemma githago) im Augenblicke des Aufspringens. *

* 1 Die ganze Fruchtkapsel mit fünf Klappenzähnen am Gipfel, geöffnet. — 2 Dieselbe senkrecht durchschnitten; p Samenträger; g Samenknospen.

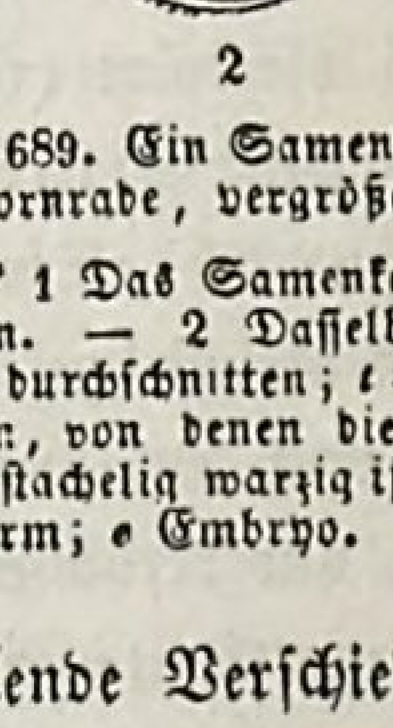


Fig. 689. Ein Samenkorn der Kornrade, vergrößert. *

* 1 Das Samenkorn von außen. — 2 Dasselbe senkrecht durchschnitten; t Samendecken, von denen die äußere rauhstachelig warzig ist; p Perisperm; e Embryo.

Erinnerung an die Gramineen, mit denen die Tracht der Caryophylleen so vielfach übereinstimmt! Manchen Caryophylleen fehlen die Kronenblätter gänzlich. Die Staubfäden sind in einfachem oder doppeltem Quirle vorhanden. Der Fruchtknoten (Fig. 685) besteht aus meistens fünf, oft drei oder sechs, Karpellen, welche mit zwei bis fünf Griffeln endigen, die ihrer ganzen inneren Fläche nach den Namen von Narben verdienen. In demselben befindet sich das Ende der Blüthenaxe als Mittelsäulchen ganz mit Samenknospen bedeckt und etwas angeschwollen (Fig. 686), wie bei den Primelblüthlern. Die bei der Form der Narben einigermaßen erschwerte Befruchtung wird bei diesen Pflanzen durch vielfach abwechselnd sich wiederholende Oeffnung und Schließung der Blüthen vermittelt. Nach der Fruchtreife springt der Fruchtknoten, welcher dann eine dürre Kapsel darstellt, an seiner Spitze fünf- oder zehntheilig auf (Fig. 687 und 688). Die Samenknospen entwickeln sich zu Samen, innerhalb deren der Embryo vollständig kreisförmig gekrümmt liegt und, bei völligem Mangel eines Endosperms, welches vom Embryo nach seiner Bildung gänzlich wieder verdrängt ist, ein beträchtliches Perispermgewebe des ursprünglichen Knospenkernes umgibt (Fig. 689).

Die Caryophylleen sind vorzugsweise in den gemäßigten Zonen einheimisch, besonders im südlichen Europa und nördlichen Afrika sind diejenigen derselben, welche schönere Blüthen besitzen, charakteristische Mitglieder der Flora. Sie betragen dort etwa $^1/_{30}$ der Samenpflanzen.

Den Caryophylleen sehr nahe verwandt sind die Paronychieen (Paronychieæ) und Sclerantheen (Scleranthеæ), sowie die Phytolacceen (Phytolacceæ), Familien, welche keine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten der Organisation und keine wichtige Pflanzengattungen darbieten.

Zwanzigste Ordnung.

Die Malvenblüthler. Malvifloræ.

Die Stock- oder Pappelrose (Althæa rosea) unserer Gärten, die Zierde des Spätsommers, ist nebst der sogenannten Käspäppel (Malva sylvestris), einem überall gemeinen Unkraute, ein vielbekanntes Beispiel für die charakteristischeste Familie einer Gruppe sehr zahlreicher Pflanzenarten, welche man wegen gewisser Aehnlichkeiten der Blüthenbildung als Malvenblüthler bezeichnen kann, während mancherlei Unterschiede die Sonderung derselben in viele Familien fordern.

Die Familie der Malvengewächse (Malvaceæ) umfaßt außer den Malven und Eibischpflanzen, deren mehrere Arten bei uns einheimisch sind, besonders auch die Baumwollpflanzen. Alle haben gelappte oder handförmig getheilte Blätter; dabei sind die einen Kräuter, freilich mit „perennirender Wurzel" (Fig. 690), die anderen einjährige, oft sehr hohe Stauden, ebenfalls mit perennirenden unterirdischen Axen, noch andere Bäume, und zwar zum Theil solche von ungeheurer Größe. Von allen diesen Trachten finden sich unter den Malvaceen auch Baumwollpflanzen: die gemeine Baumwollpflanze, welche in hunderten von Varietäten im südlichen Asien, in den Ländern um das Mittelmeer und im ganzen wärmeren Amerika gezogen wird, ist bald krautartig (Fig. 691), bald strauch- oder baumartig; der



Fig 690. Die „perennirende Pfahlwurzel“ — unterirdische perennirende Axe — der rundblätterigen Käspäppelmalve (Malva rotundifolia); am oberen Theile schon im Boden verzweigt.



Fig. 691. Die krautartige Varietät der gemeinen Baumwollpflanze (Gossypium herbaceum).

Ceibabaum oder Seidenwollbaum Amerika's zeichnet sich mitunter durch eine wunderliche, einem ungeheuren Kohlrabenknollen ähnelnde, zwischen Wurzel und Gezweig dick aufgeschwollene Gestalt des übrigens festholzigen Stammes aus. Endlich gehört noch in die nämliche Familie der Baobab oder Affenbrodbaum (Adansonia digitata), der dickstämmigste Baum der Erde, welcher mitunter 30 Fuß im Durchmesser des Stammes und 150 Fuß in der Ausdehnung des Gezweiges mißt.

Die Blüthen der Malvaceen (Fig. 691 bis) sind meistens ansehnlich, viele ausgezeichnet schön; es herrscht in denselben die Fünfzahl. In der Knospenlage sind die Kelchblätter klappig zusammengelegt (Fig. 692), die Kronenblätter dagegen jedes mit der linken Seite des Saumes über das nächst benachbarte geschlagen und dabei gefaltet (Fig. 693 und 693 bis). Die letzteren entwickeln sich sehr spät; kurz vor dem Aufblühen der Knospe bemerkt man sie bei manchen Arten noch kaum als sehr kleine, von den Kelchblättern verdeckte Schuppen (1), dann aber nehmen sie plötzlich rasch eine starke Entwicklung an und treten lang aus dem Kelche hervor, so daß dieser sich schon völlig öffnen muß, während die Krone noch ganz in der



Fig. 691 bis. Die Blüthe der gemeinen Käspäppelmalve (Malva sylvestris). *

* s Die Nebenblättchen des fehlenden Blattes, in dessen Achsel der Blüthenstiel entsprungen ist.

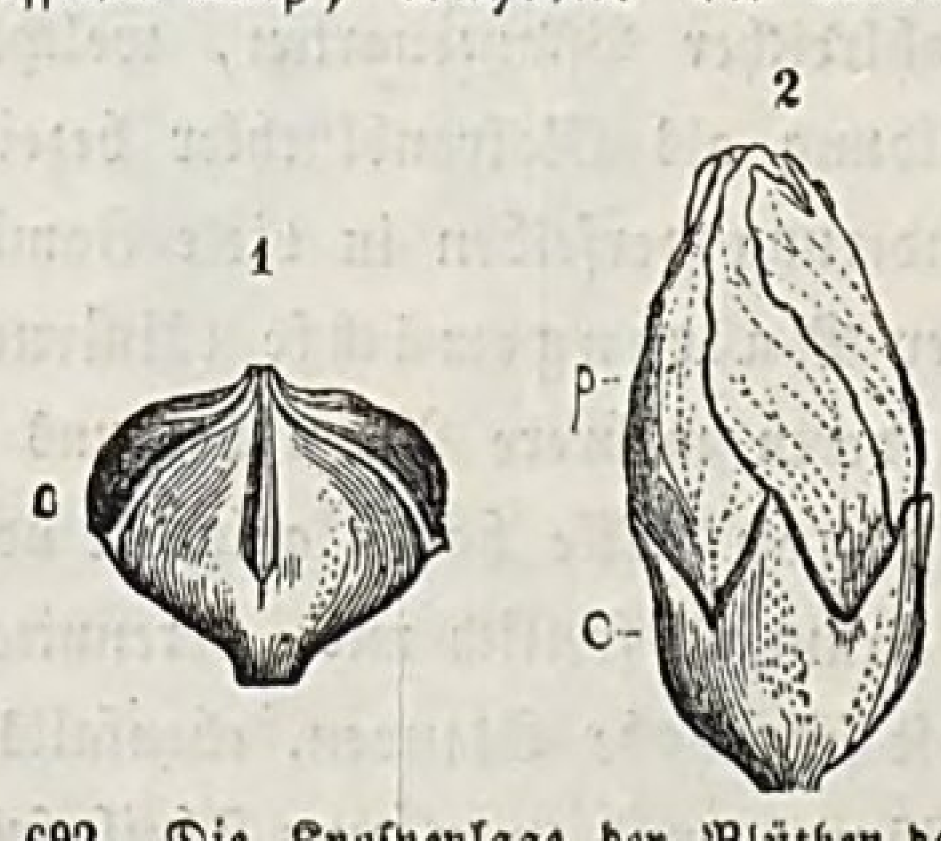


Fig. 692. Die Knospenlage der Blüthen der gemeinen Stockrose (Althæa rosea) *

* 1 Die Knospe, an welcher noch der Kelch allein bemerkbar ist, während die noch sehr kleinen Kronenblätter unter diesem verborgen liegen. — 2 Dieselbe nahe vor dem Aufblühen mit entwickelten Kronenblättern. — c Kelch, dessen Blätter klappig einander berühren; p Krone, deren Blätter gedreht sind.

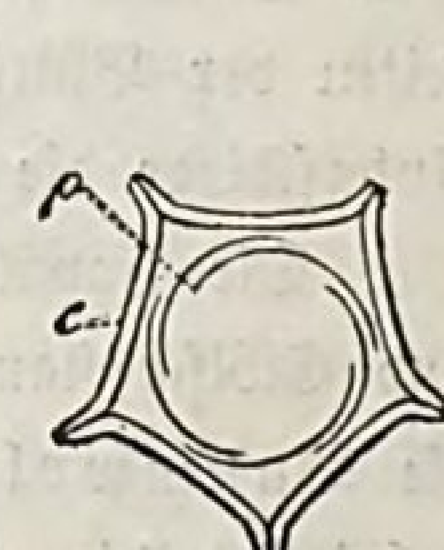


Fig. 693 Diagramm der Stockrosenknospe; c die fünf klappig einander berührenden Kelchblätter, p die 5 auswärts links gefalteten Kronenblätter, die inneren Organe sind weggelassen.

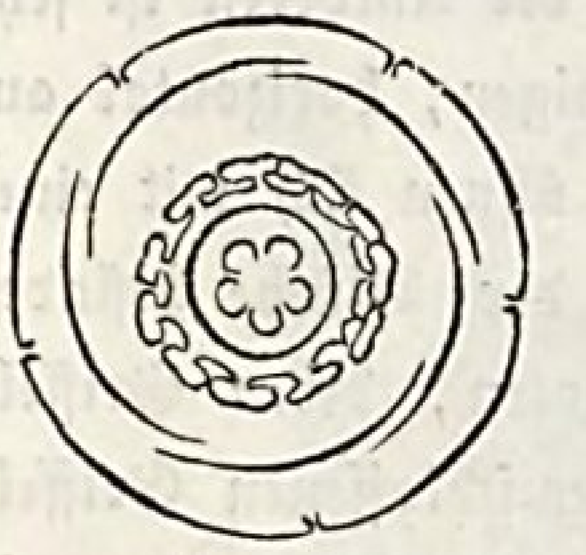


Fig 693 bis. Vollständiges Diagramm einer Blüthe der gemeinen Käspäppelmalve. Der Kranz innerhalb der Kronenblätter bezeichnet die vereinigten Staubfäden.

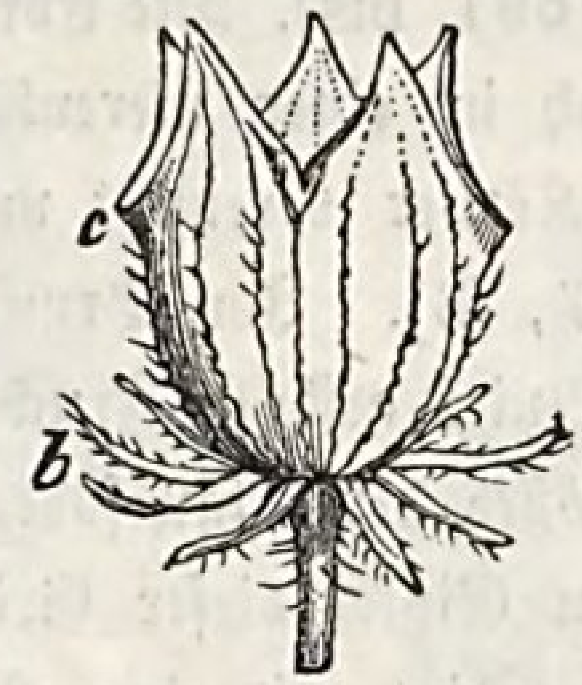


Fig. 694 Der Kelch c einer Malvacee aus dem Geschlechte Hibiscus mit seinem, aus den Deckblättchen b gebildeten Außenkelche.

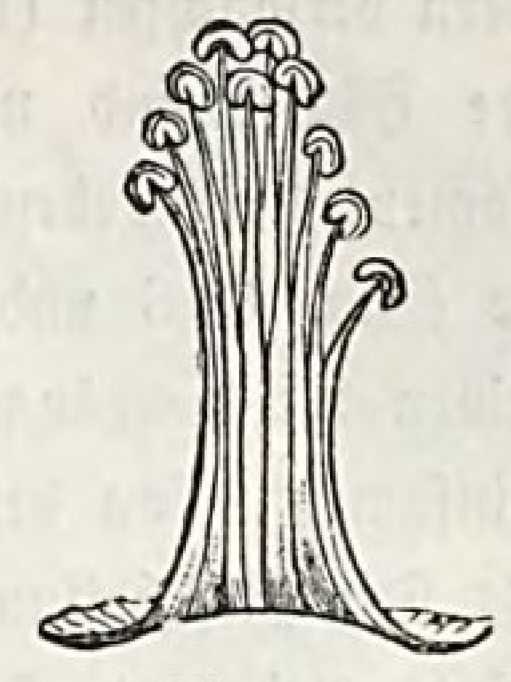


Fig. 695. Ein Theil der durch Vereinigung der Staubfäden gebildeten Röhre aus der Blüthe der Mennigmalve (Malva miniata), einem der fünf Büschel entsprechend, mit den Antheren, vergrößert.



Fig. 696 Die Anthere des gebräuchlichen Eibisch (Althæa officinalis) vergrößert. *

* f Filament; l vereinigte Antherenfächer.

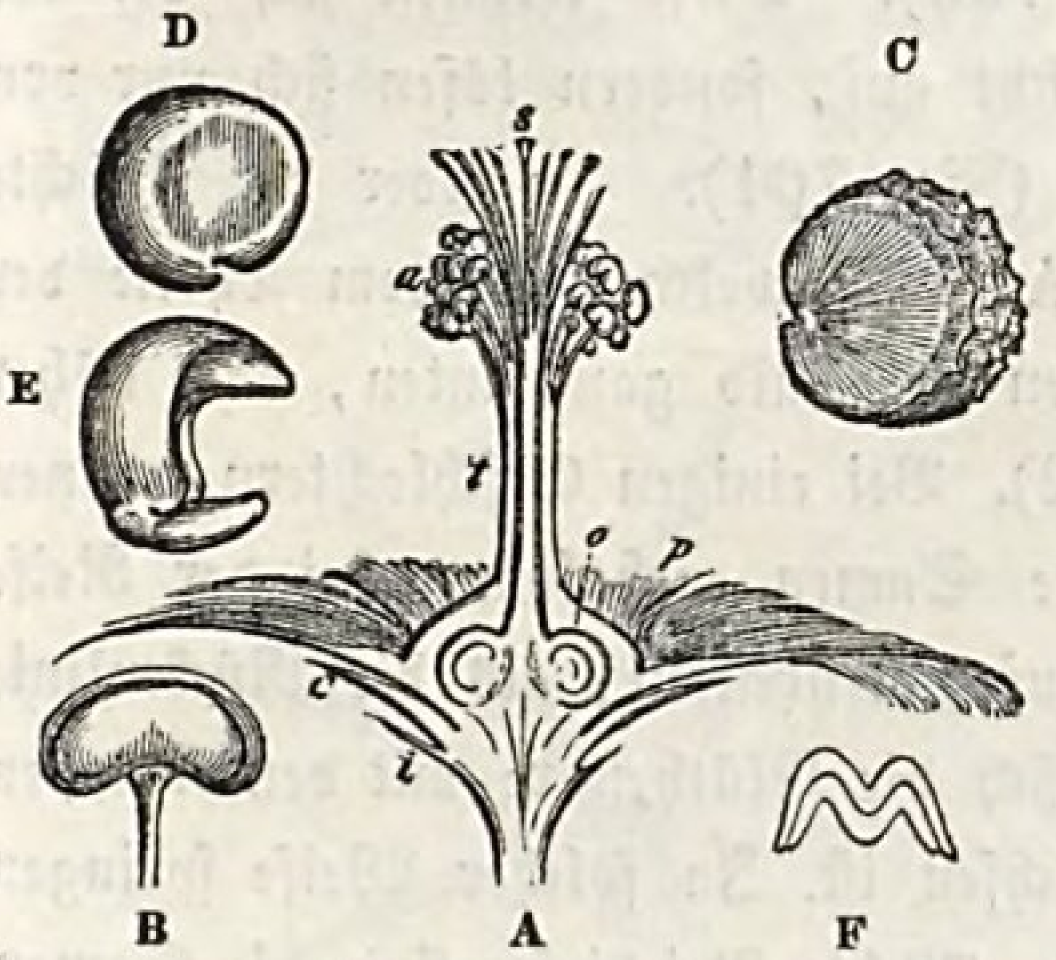


Fig. 697. Blüthe und Same der Käspäppelmalve, vergrößert. *

* A Senkrechter Durchschnitt der Blüthe; i Deckblätterkelch; c eigentlicher Kelch; p Krone; t Röhre der monadelphischen Staubgefäße, unten über dem Fruchtknoten gewölbartig erweitert und an ihrer Grundfläche mit den Kronenblättern verwachsen, oben dagegen in eine große Menge von Staubfäden zertheilt, welche die Antheren a tragen; o Fruchtknoten; s die zahlreichen, oben getrennten, unten in eine Säule vereinigten Griffel — B Der obere Theil eines Staubfadens mit der Anthere, vergrößert. — C Eine der Früchte, aus dem Fruchtquirle genommen — D Das Samenkorn, aus der Frucht genommen. — E Der Embryo, aus dem Samenkorn genommen. — F Querschnitt durch die Mitte des Embryo, um die Lage der Cotyledone zu zeigen.

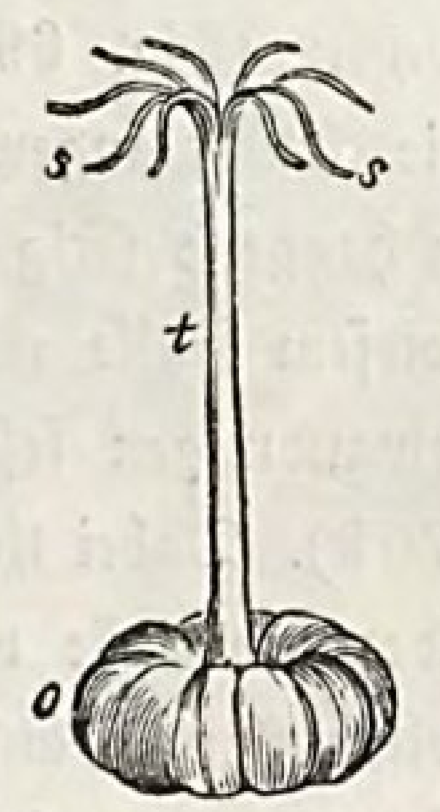


Fig 698. Der Stempel der Eibischmalve (Malva alcea), doppelte Größe. *

* o Die Fruchtknoten, eng zusammengedrängt, aber nicht völlig verwachsen; t Griffelsäule; s die freien, narbentragenden Enden der Griffel.

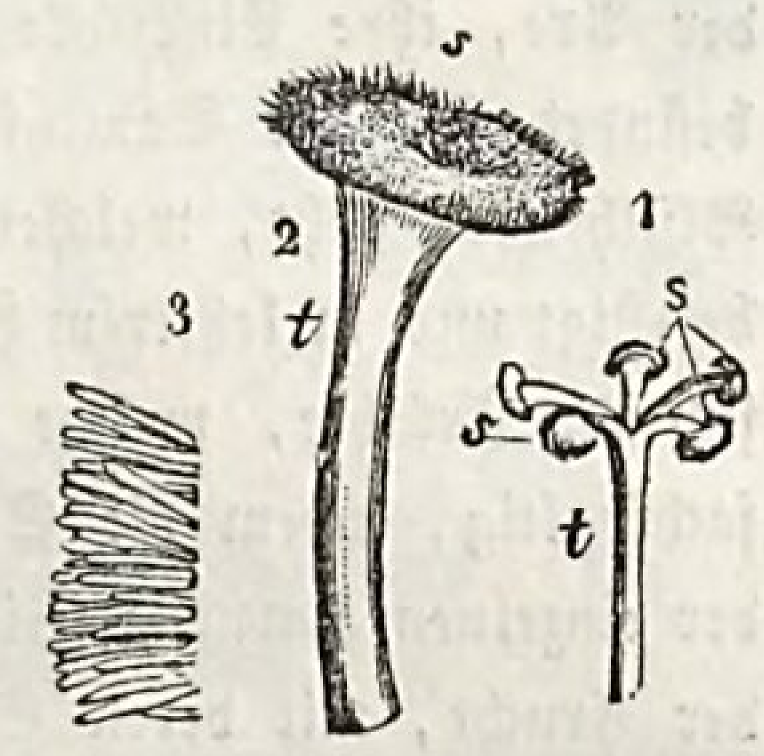


Fig. 699. Griffelbildung des Sumpfhibiskus (Hibiscus palustris). *

* 1 Die Spitze der Griffelsäule t mit den fünf Griffelenden, deren jeder in eine Narbe s endigt.
2 Eines dieser Griffelenden t mit der Narbe s, stärker vergrößert.
3 Ein Theil der haarförmigen Papillen der Narbenoberfläche, noch stärker vergrößert.

Knospenlage verharrt (2). Ausnahmsweise bleiben bei einigen Malvaceen die Kronenblätter ganz unentwickelt. Der Kelch erscheint bei manchen Arten verdoppelt, indem nämlich eine Anzahl von Deckblättchen (Bracteen) unmittelbar unter dem eigentlichen Kelche einen, meistens etwas unregelmäßigen, Quirl, den sogenannten Außenkelch, darstellt (Fig 694), welcher oft recht geeignet ist, die völligste Uebereinstimmung des Kelches mit den Deckblättern durch die größte Formenähnlichkeit hervorzurufen. Die Kronenblätter sind ganz unten an ihrem Grunde ein wenig mit einander verwachsen, so daß dieselben, nach der Befruchtung abfallend, sich gemeinsam ringförmig um den Grund des Fruchtknotens ablösen. Ihr Umriß ist herzförmig, ein wenig schief, indem sie nach der Seite, welche in der Knospenlage sich äußerlich über das nächst benachbarte legt, stärker entwickelt sind; gleichwohl erscheint die ganze Krone höchst regelmäßig. Die zahlreichen Staubfäden sind sämmtlich zusammengewachsen und bilden so eine Röhre, welche sich über ihrem Ursprunge sogar noch verengt und welche oben in fünf Büschel von Fäden ausläuft, auf denen die Antheren stehen (Fig. 695). So vereinigte Staubfäden pflegt man einigverbrüdert oder monadelphisch zu nennen. Die Röhre der Filamente ist unten

mit den Kronenblättern verwachsen (Fig. 691 bis). Die Form der Antheren ist sehr charakteristisch; beide Fächer sind nämlich in einen nierenförmigen, horizontal auf der Spitze des Filamentes schwebenden Körper vereinigt und öffnen sich mit einer gemeinsamen Spalte (Fig. 696 und 697, B). Im Grunde der Blüthe befinden sich zahlreiche, in einen dichtgedrängten Quirl gestellte Fruchtknoten, deren Griffeltheile zu einer gemeinsamen, von der Röhre der Staubfäden umschlossenen Griffelsäule vereinigt sind. Die Zertheilung am Gipfel dieser Griffelsäule zeigt die Zahl der einzelnen Griffel an; jeder derselben endigt mit einer Narbe, deren Form verschieden ist (Fig. 698 und 699). Die Blüthenaxe endigt zwischen den Fruchtknoten und ist an ihrem Gipfel mit den Griffeln verwachsen. Nach der Blüthezeit bleibt der Kelch unter den Fruchtknoten stehen (Fig. 700). Diese trennen sich bei der Reife von einander, springen indessen meistens nicht auf, sondern lösen sich nur von der Axe, ihre Eindrücke an dieser zurücklassend (Fig. 701). In jeder der Früchte befindet sich ein Samenknöspchen (Fig. 697, A, o), welches an dem Theile der Blüthenaxe steht, welchem die Frucht angewachsen ist, bald ganz unten, bald höher befestigt und in letzterem Falle hangend (Fig. 702). Bei einigen Geschlechtern trennen sich die Früchte, welche in diesem Falle mehrere Samen enthalten, bei der Reife fachspaltig, indem die Seitenwandungen fester zusammenhalten, als die Rückenlinie der einzelnen Karpelle (Fig. 703). Dabei theilt sich die Blüthenaxe mit den Klappen der Frucht, mit deren Scheidewänden sie verwachsen ist. In solcher Weise springen auch die Früchte der Baumwollenpflanzen auf (Fig. 704). Bei diesen sind die Samen auf ihrer äußeren Haut mit sehr langen, büschelig zusammenstehenden Haarzellen bedeckt, welche sich bei der Reife ausstrecken, dadurch die Frucht von innen drängen und aus derselben hervorquellen, sobald sie sich öffnet, was mit einem schwachen Knalle geschieht. Diese Samenhaare sind die Baumwolle, um derentwillen diese Pflanze schon seit alten Zeiten im südlichen Asien allgemein benutzt wurde und jetzt über alle wärmeren Ländern der ganzen Erde verbreitet ist. Die Samenhaare dienen der Natur zur Verbreitung der Samen; denn kaum ist die Frucht aufgesprungen, so entführt schon ein Lüftchen die weißen Flocken und die von denselben umhüllten Körner. Die Baumwollenhaare sind als ausgetrocknete Pflanzenzellen, welche unter dem Mikroskope bandartig flach zusammengefallen erscheinen, in hohem Grade hygroskopisch und krümmen sich daher lebhaft, wenn man sie anhaucht — ein Merkmal, durch welches man sie von Seidenfäden, sowie von den minder dieser Eigenschaft



Fig. 700. Fruchtstand der rundblätterigen Käspäppelmalve (M. rotundifolia). *

* c Kelchblätter, welche den Quirl von Früchten umgeben; a Gipfel der Blüthenaxe, über welchem früher die Griffelsäule stand.



Fig. 701. Der nämliche Fruchtstand, stärker vergrößert, nach der Lostrennung der einen Hälfte der Früchte; a die Blüthenaxe, welche die Eindrücke der losgetrennten Früchte zeigt; cc die stehen gebliebenen Früchte; c'c' die Seitenflächen der beiden vordersten Früchte; s Ueberreste der Griffel.

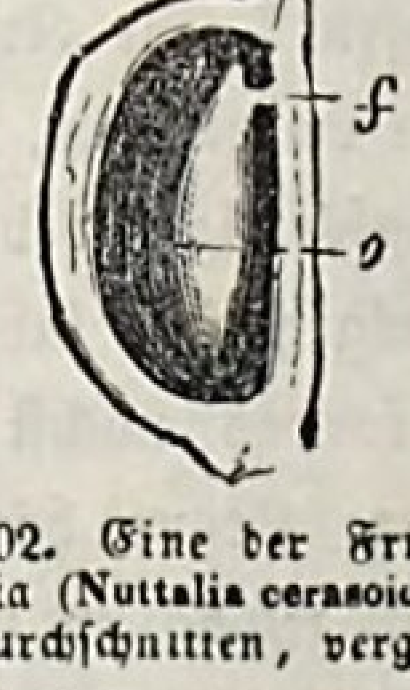


Fig. 702. Eine der Früchte der Nuttalia (Nuttalia cerasoides), senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* s Griffel; o hangende Samenknospe; f Nabelstrang, welcher die Knospe an den mit der Frucht verwachsenen Theil der Blüthenaxe befestigt.

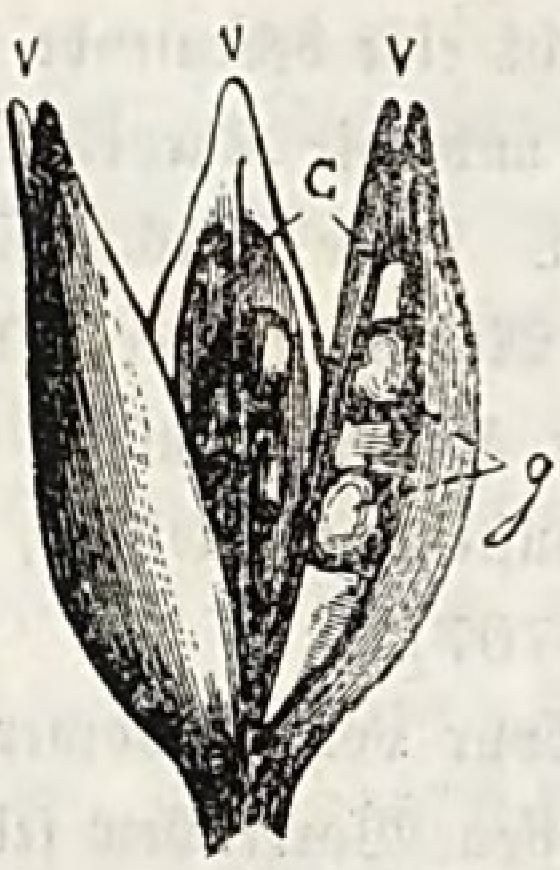


Fig. 703. Die Kapselfrucht des indischen Hibiskus (Hibiscus esculentus), aufgesprungen.*

* *VVV* Die drei Klappen, deren jede aus je einer Hälfte zweier verschiedener Karpelle besteht; *C* die auf der Mitte der Klappen stehenden Scheidewände, an deren jede ein Theil der die Samen tragenden Blüthenaxe angewachsen ist.



Fig. 704. Die gemeine Baumwollenpflanze, mit Blättern, Blüthenknospe, Blüthe und aufgesprungener Frucht.

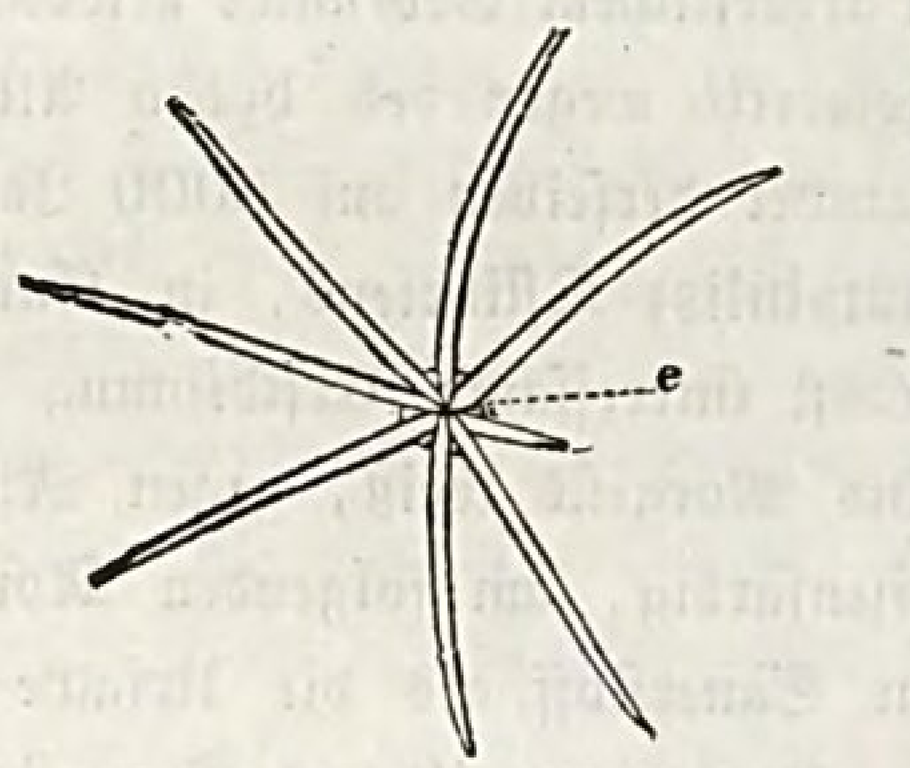


Fig. 705. Eine sternförmige Gruppe von einzelligen Haaren von der Epidermis e des Blattes einer Stockrose (Althaea rosea), vergrößert.



Fig. 706. Ein Zweig mit Blättern und Blüthe, sowie eine Affenbrodfrucht des Baobab (Adansonia digitata).



Fig. 707. Ein Zweig mit Blättern, Blüthen und jungen Früchten, nebst einer ganzen und einer durchschnittenen reifen Zibethfrucht des Durionbaumes (Durio zibethinus).

theilhaftigen Hanf- und Flachsfasern leicht unterscheiden kann, selbst in den künstlichsten und täuschendsten Geweben. Bei allen Malvaceen findet eine große Neigung der Epidermiszellen zu haarförmiger Ausdehnung statt; Stengel, Blätter und Kelch sind bei allen haarig, oft wahrhaft filzig. Auf den Blättern der Stockrose stehen sie in schönen sternförmigen Gruppen (Fig. 705), und eben solche finden sich bei dieser und bei fast allen Malvaceen, besonders aber bei den Baumwollpflanzen auf den Kelch- und sogar auch auf den Kronenblättern. Freilich erreichen sie nirgends eine solche Länge, als auf der Samenschale der Baumwollpflanzen und der Wollen-

bäume. Bei den afrikanischen Baobabs erreicht die Frucht eine bedeutende Größe, indem sie einer oft mehr als fußlangen Gurke ähnelt und die Karpelle sich zu einem beträchtlich dicken, mehligen Fruchtfleische entwickeln. Diese Früchte sind das sogenannte Affenbrod (Fig. 706), die Speise zahlloser Menschen. Der Durionbaum des südöstlichen Asiens trägt melonenähnliche, aber äußerlich stachlig warzige Früchte, die sogenannten Zibethäpfel, mit knoblauchduftendem Fleische, welche dort ebenso für Viele das „tägliche Brod" bilden (Fig. 707).

Die Samen der Malvaceen enthalten ohne eine Spur von Endosperm oder Perisperm nur den Embryo (Fig. 697, D, E, F), dessen Würzelchen seitlich in eine Falte der Cotyledonen eingedrückt liegt.

Man kennt bereits gegen tausend Arten von Malvaceen, von denen die große Mehrzahl der heißen Zone angehört. Schon im kälteren Theile der gemäßigten Zone fehlen sie und in der kalten findet man keine derselben. Keine dieser Pflanzengattungen enthält ausgezeichnete Substanzen, nur süßlicher, milder Schleim charakterisirt sie, und dieser wird von einigen derselben zu arzneilichem Gebrauche gewonnen.

Die Baobabs in Senegambien sind bemerkenswerth wegen des hohen Alters, welches sie erreichen. Man berechnet das Alter mancher derselben auf 6000 Jahre.

Der wandelbare Hibiskus (Hibiscus mutabilis) Ostindiens, in Europa mitunter als Zierpflanze gezogen, bietet eine höchst interessante Erscheinung dar. Die Kronenblätter der Blüthen dieser Malvacee sind Morgens weiß, gegen Mittag werden sie blaßröthlich und am Abend sind sie rosenfarbig, am folgenden Morgen jedoch wieder weiß. Da wir schon mehrfach den Sauerstoff als die Ursache der Farbigkeit von Mischungen kennen lernten, welche ohne Hinzutritt des Sauerstoffes farblos waren — Chlorophyll, Isatin, Indigweiß — und da wir ferner wissen, daß die Aufnahme von Sauerstoff durch die Pflanzen unter der Einwirkung des Lichtes geschieht, so scheint die erwähnte Farbenerscheinung in einer reichlicheren Aufnahme von Sauerstoff während der Tageszeit und einer Entsäurung während der Nachtzeit ihren Grund zu haben.

Die Familie der Dombeyaceen (Dombeyaceæ) und Hermanniaceen (Hermanniaceæ) enthalten keine wichtigere Gewächse. Unter den Büttneriaceen (Büttneriaceæ) dagegen verdient der Kakaobaum (Theobroma cacao) Mittelamerika's Erwähnung, wegen seiner in einer gurkenähnlich geformten Frucht enthaltenen, an aromatischem und fettem Oele reichen, ganz von dem Embryo erfüllten mandelförmigen Samen, der sogenannten Kakaobohnen, aus welchen man die Chocolade bereitet. Das aus diesen Samen ausgepreßte Fett ist nicht flüssig bei gewöhnlicher Lufttemperatur, sondern butterartig; man nennt es daher Kakaobutter. Die Familie der Stinkbäume (Sterculiaceæ) enthält mehrere afrikanische, durch übeln Geruch ausgezeichnete Bäume, deren Karpelle sich in besonders auffallender Weise als zusammengelegte Blätter darstellen. Wichtiger ist uns die Familie der Lindengewächse (Tiliaceæ), zu welcher unsere Linden (Fig. 708), außerdem freilich fast nur tropische Gewächse gehören. In Gärten sieht man häufig den Ranunkelstrauch oder die Japonika (Kerria s. Corchorus japonica) aus Japan, durch schöne gelbe, meistens gefüllte Blüthen eine Zierde der Lustgebüsche. Die Linde, durch ihren herrlichen Wuchs, ihre dichtschattende Laubkrone und durch den wundervollen Duft ihrer Blüthen unser schönster vaterländischer Baum, mehr denn die Eiche der Kälte trotzend und daher



Fig. 708. Die gemeine Linde (Tilia europæa).

weit im Nordlande verbreitet, ist in vieler Beziehung unserer Aufmerksamkeit werth. Ihre jungen Stämme und Zweige, deren Mark auf dem Querschnitte viereckig erscheint, besitzen ausgezeichnet dichte und feine Bastschichten, welche durch Maceration, d. h. durch Einweichung in Wasser bis zu beginnender Fäulniß und Auflösung des Parenchyms, von einander getrennt werden können. Man gewinnt auf diese Weise in einem großen Theile Nordrußlands und Sibiriens den Lindenbast in ungeheurer Menge, und verfertigt dort nicht allein die bekannten Matten, welche so vielfach zu Verpackungen oder zu Bodenteppichen benutzt werden, sondern auch Kleider, vorzüglich aber Schuhe, aus demselben. Ein russischer Bauer gebraucht jährlich immerhin 100 bis 150 Paar solcher Schuhe, zu deren jedem der Bast von einem halben Dutzend junger Lindenstämmchen erforderlich ist. In den Zwischenzellengängen der Linde ist Gummi enthalten, welches dem Gummi der Cykadeen ganz gleich ist. Nach der Form des Markes sollte man erwarten, daß die Blätter, je viere auf einem Spiralumlaufe, an den Zweigen ständen; allein man findet sie in der That in der Einzweitelsstellung, wobei obendrein die Blattflächen alle nach einer Seite gekehrt sind (Fig. 709). Die Blüthenzweiglein tragen ein einziges schmales lanzettliches Blatt, welches bis zu seiner Mitte mit der Mittelrippe an jene angewachsen ist (Fig. 710). Fünf fein behaarte Kelchblätter und fünf Kronenblätter bilden das Perigon, innerhalb dessen zahlreiche Staubfäden stehen, welche nicht mit einander verwachsen sind und einen einfachen Griffel umgeben. Bei den eigentlichen Linden sind die Staubbeutelfächer gesondert, bei der ausländischen Unterfamilie der Eläocarpeen dagegen gleichen sie mehr denen der Malvaceen, indem sie mit einer Spalte gemeinsam aufspringen. Bei diesen stehen die Staubfaden auch in fünf Büscheln, deren jeder aber eine Anzahl antherenloser Fäden

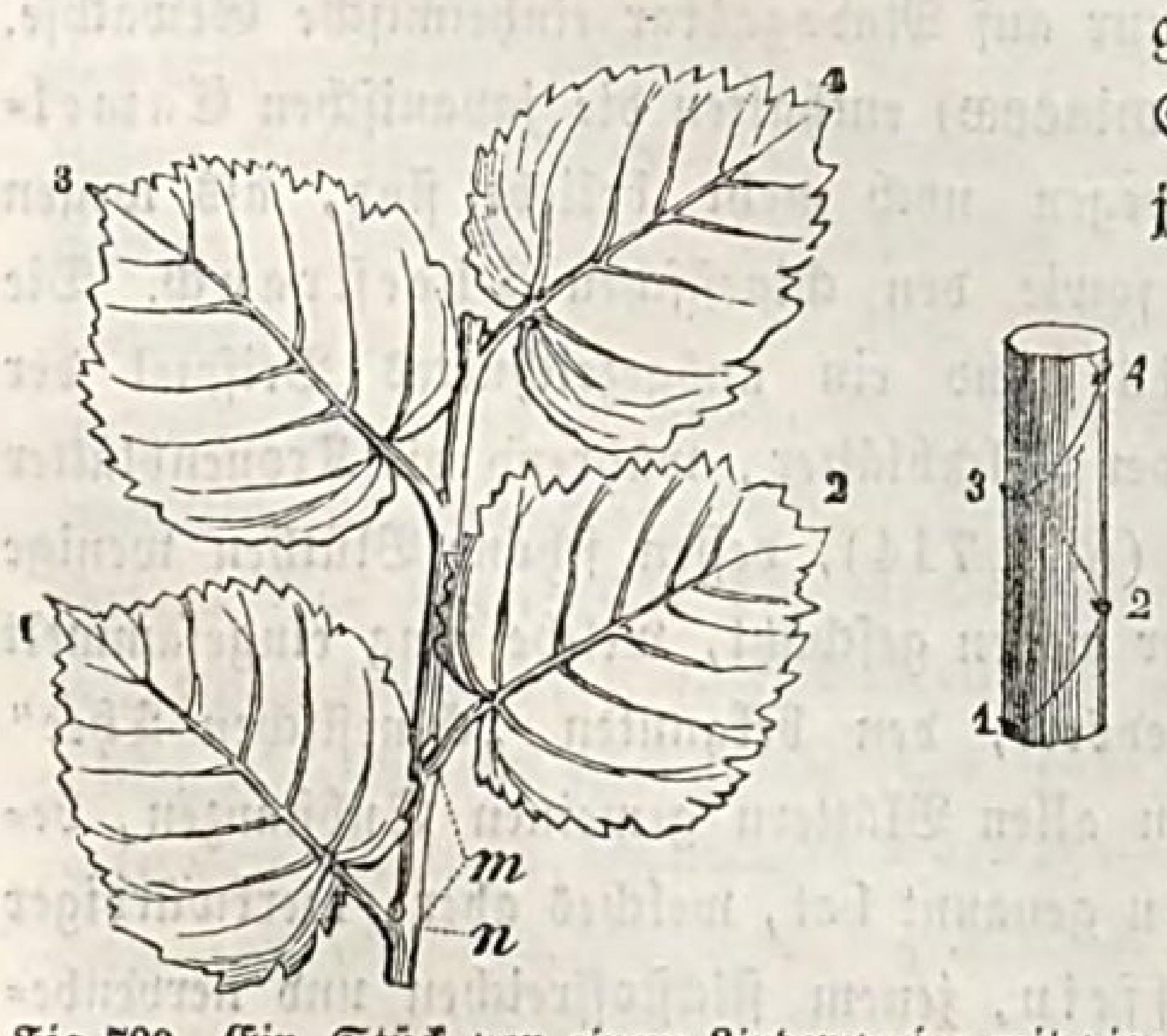


Fig 709. Ein Stück von einem Lindenzweige mit vier Blättern, d. h. mit zwei Spiralumläufen der Blattstellung, deren Divergenzwinkel = 1/2 des Stengelumfanges ist. Daneben ein vergrößertes Stengelstück ohne Blätter mit Bezeichnung der Spirale und der Blattnarben. — *n* Knotenpunkt; *m* Internodium.



Fig. 710. Ein Zweig der Linde mit Blüthenzweiglein, an welche je ein Deckblatt angewachsen ist; 1/2 d. nat. Gr.

*

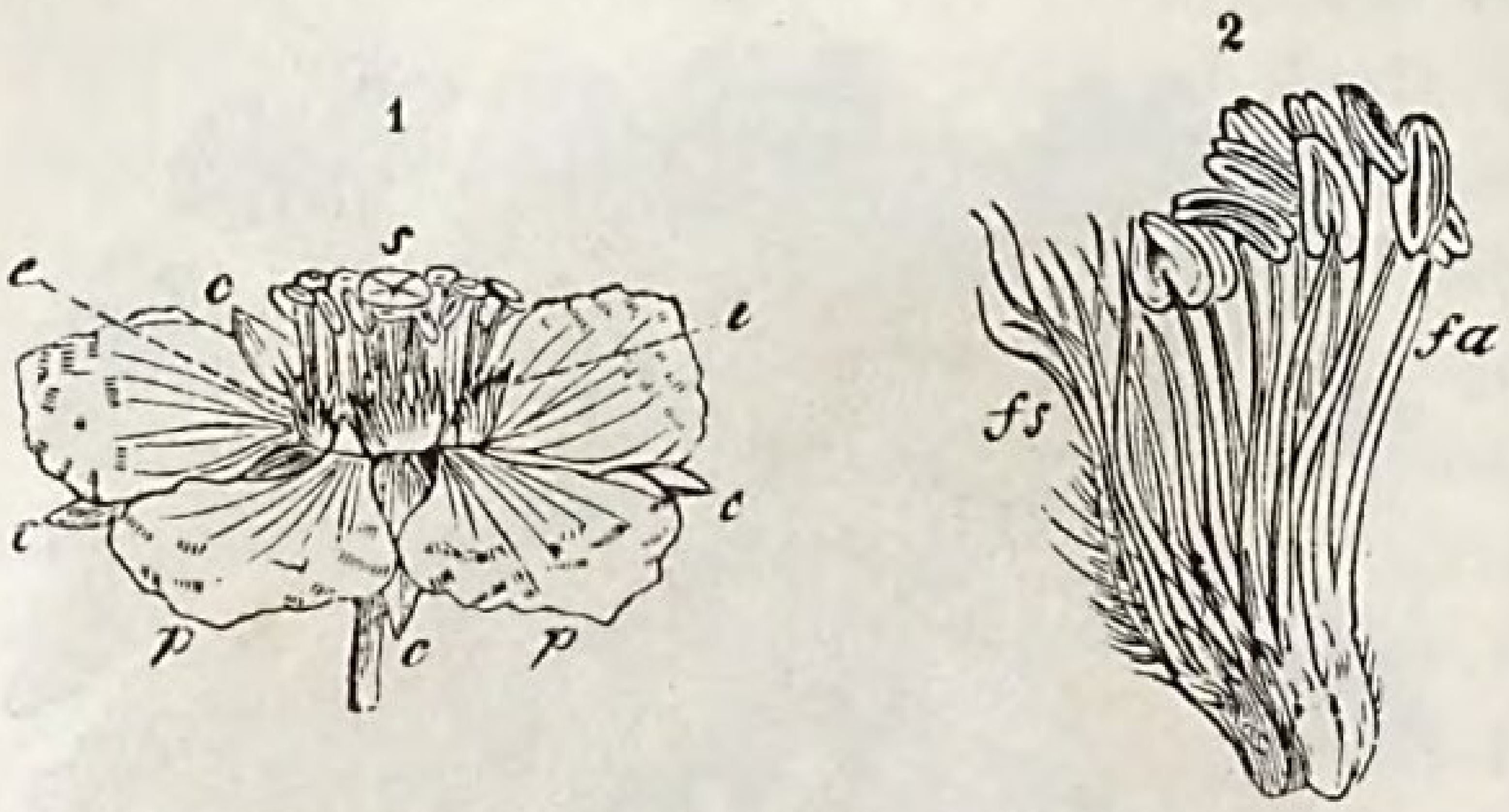


Fig. 711. Die Blüthe der Lühea (Lühea paniculata) aus der Familie der Tiliaceen (Eläocarpeen). *

* 1 Die Blüthe; *c* Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *e* Staubfädenbüschel; *s* Narbe des Griffels, welche fünf Furchen besitzt. — 2 Einer der Staubfädenbüschel; *fa* antherentragende Staubfäden; *fs* antherenlose Filamente.

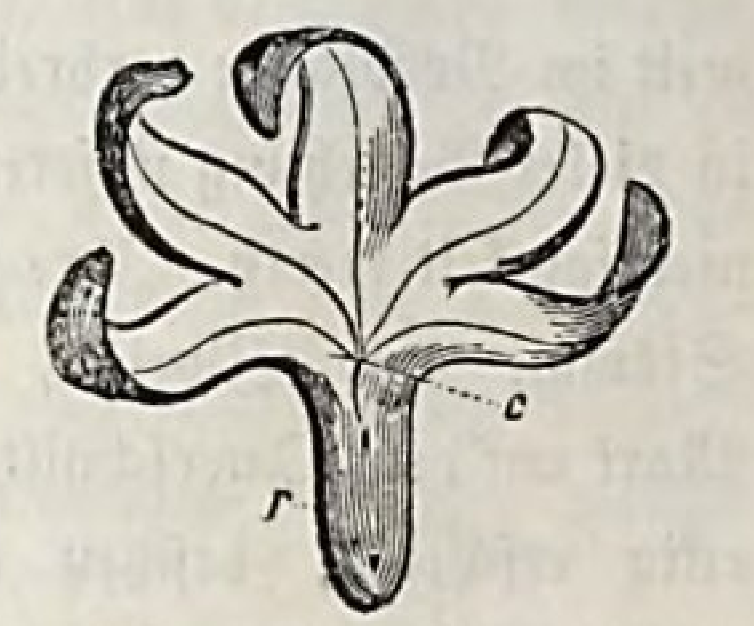


Fig. 712. Der Embryo der Linde, vergrößert. — *r* Axenorgan; *c* Cotyledon.

enthält (Fig. 711). Der Fruchtknoten der Tiliaceen besteht aus fünf ganz vereinigten Karpellen, deren jedes ein Fruchtfach bildet; der Griffel ist ebenfalls ganz vereinigt, nur zeigt er oft Spuren seiner Fünfzähligkeit durch Furchen. Die Zahl der Karpelle ist indessen sehr häufig vermindert, bei der gemeinen Linde meist auf zwei, drei oder vier, und durch Fehlschlagen ist dieser Fruchtknoten obendrein oft einfächerig, ein- oder zweisamig. Die Frucht ist eine harte, lederartige, feinbehaarte Kapsel, welche gar nicht aufspringt. Im Samen liegt ein Embryo von hoher Ausbildung, indem die Cotyledonen desselben schon ganz blattartig sind, mit Nerven und Randeinschnitten versehen (Fig. 712). Dennoch keimen die Samen erst im zweiten Jahre, ohne daß man den Grund dieser langen „Samenruhe“ kennt. — Auch die Linde gehört zu den Bäumen, welche ein sehr hohes Alter erreichen. Die „große Linde“ bei Neustadt am Kocher, auch „Neustadt bei dem großen Baume“ genannt, war schon 1292 berühmt als einer der ältesten Bäume, mißt 32 Fuß im Umfange, und ihre Aeste sind seit alter Zeit mit hundert Säulen gestützt.

Die Familie der Dipterocarpeen (Dipterocarpeæ) enthält den ostindischen Zweiflügelnußbaum (Dipterocarpus turbinatus), so genannt wegen des nach dem Verblühen in zwei lange netzaderige Flügel auswachsenden Kelches, sowie den sumatrischen Kamferbaum (Dryobalanops camforifera). Die Chlänaceen (Chlænaceæ) sind wenig wichtige, fast nur auf Madagaskar einheimische Gewächse.

Die Ternströmiaceen (Ternstrœmiaceæ) enthalten die japanischen Camellien, welche ihrer herrlichen Blüthen wegen noch mehr beliebt sind, als wegen ihres schönen glänzend grünen Laubes, sowie den chinesischen Theestrauch. Die Blüthenknospen der Camellia (Fig. 713) sind ein ausgezeichnetes Beispiel der dachziegelartigen Knospenlage, besonders der Kelchblätter, während die Kronenblätter mehr gedreht liegen. Der Theestrauch (Fig. 714), dessen schöne Blüthen wenige Europäer kennen, wird mehr seiner Blätter wegen geschätzt, welche jung eingesammelt und nach dem Welken gerollt, dann gedörrt, den bekannten „chinesischen Thee“ liefern. Dieselben enthalten, außer den in allen Blättern gemeinen Substanzen, besonders ein Alkaloid, welches man Thein genannt hat, welches aber, merkwürdiger Weise, ganz übereinstimmt mit dem Kaffein, jenem stickstoffreichen und nervenbelebenden Alkaloide, welches in dem Schwestergetränke des Thees, dem Kaffee, enthalten ist.

Die Familie der Clusiaceen (Clusiaceæ) enthält die Gummiguttbäume

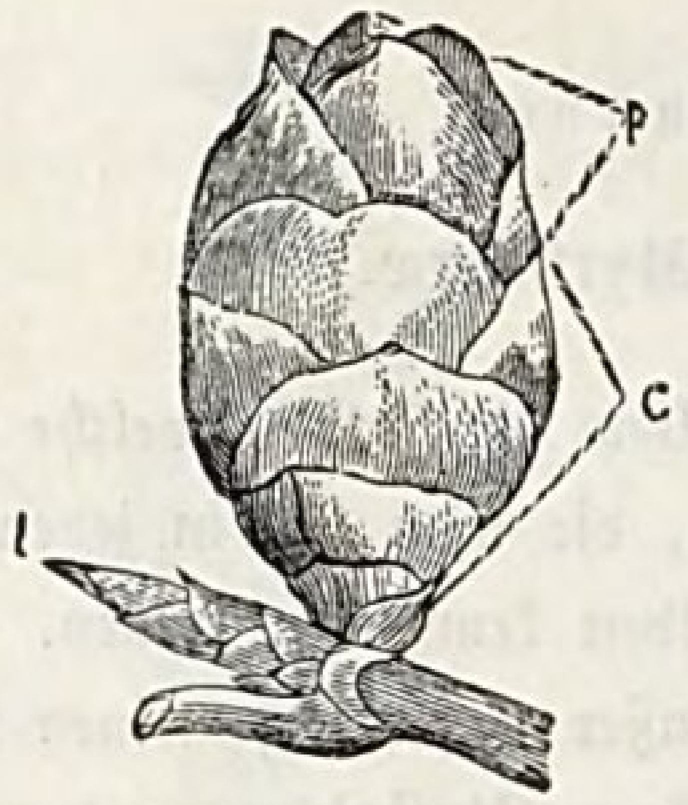


Fig. 713. Eine Blüthenknospe der Javanischen Camellia (Camellia japonica). *

* *l* Laubknospe; *c* Kelchblätter; *p* Kronenblätter, welche vor dem Aufblühen schon hervorragen.



Fig. 714. Ein Zweig des chinesischen Theestrauches (Thea chinensis) mit Blättern und Blüthen.



Fig. 715. Ein Zweig des Mangostanbaumes (Garcinia mangostana) mit Blättern und Blüthen, nebst reifen Mangusten, deren eine durchschnitten ist.

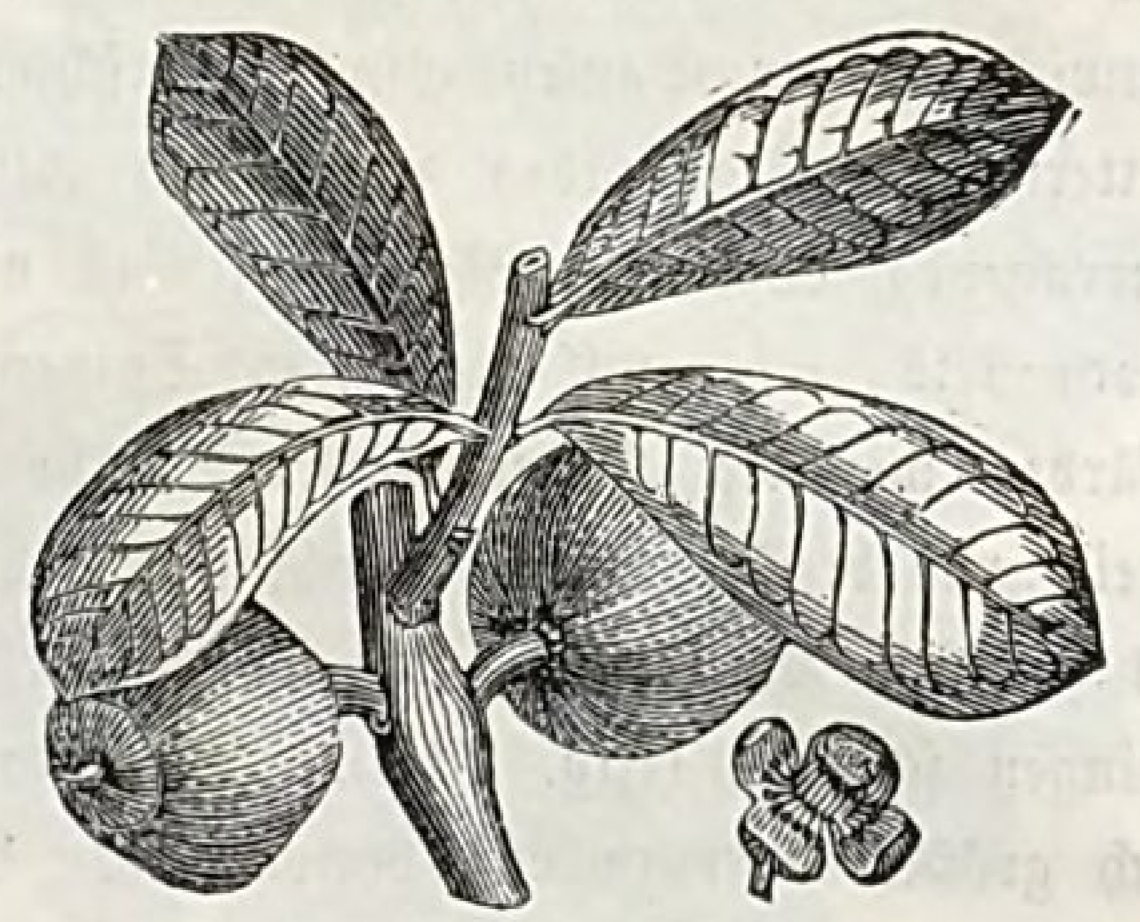


Fig. 716. Ein Zweig des Brustbaumes (Mammea americana) mit reifen Brustbirnen. Daneben eine Blüthe.

(Garcinia ceylanica), welche ein schön goldgelbes Gummiharz, das Gummigutt liefern, sowie die Mangostanbäume Ostindiens, welche in ihren Früchten, den Mangusten, ein köstliches Obst darbieten (Fig. 715). In Westindien speist man die Brustbirnen oder Mammai, die Früchte des Brustbaumes (Fig. 716). Einige Bäume derselben Familie besitzen sehr hartes Holz, sogenanntes Eisenholz, z. B. die Mesua (Mesua ferrea) Ostindiens.

Die Familie der Hartheugewächse (Hypericineæ) ist gleichmäßig, freilich mit sehr verschiedenen Gattungen, über die heiße und die gemäßigte Zone verbreitet. Die Gattungen des eigentlichen Hartheugeschlechtes (Hypericum) sind bei uns sehr gemein. Ihre Blüthen zeichnen sich aus durch die Vereinigung der Staubfäden in drei Büschel, die sogenannte Dreibrüderigkeit (Fig. 717). Mit den drei Büscheln wechseln ab die drei Griffel, welche auswärts gebogen stehen. Das sogenannte durchbohrte Hartheu (H. perforatum) besitzt in seinen Blättern sehr zahlreiche Drüsenzellen, welche mit Oel gefüllt und daher transparent sind, und den Blättern das Ansehen geben, als seien dieselben von zahllosen Nadelstichen durchlöchert. — Auch diese Pflanzen enthalten Farbstoffe, deren man sich zum Gelb- und Rothfärben bedienen kann.

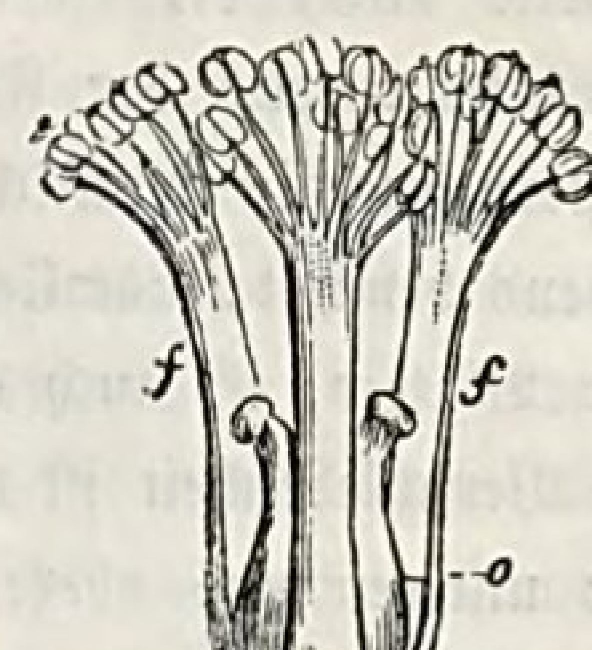


Fig. 717. Die Befruchtungswerkzeuge des ägyptischen Hartheu (Hypericum ægyptiacum). *

* *o* Fruchtknoten mit drei Fächern und drei, hier sehr kurzen, bei anderen Arten aber sehr langen Griffeln; *f* die drei Staubfädenbündel; *e* Antheren.

Einundzwanzigste Ordnung.

Die Myrthenblüthler. Myrtifloræ.

Nur einige Familien der Myrthenblüthler enthalten Gewächse, welche in Europa einheimisch sind; doch bieten manche Zierpflanzen, die man fast in jedem Hause und Garten antrifft, gute Gelegenheit, Beispiele derselben kennen zu lernen. — Zur Familie der Nachtkerzen (Onagrarieæ) gehören, außer unserer gemeinen Nachtkerze (Oenothera biennis) und den Weidenröschen (Epilobium), deren zahlreiche Arten in Sümpfen und feuchten Waldungen häufig sind, auch die jetzt so allgemein beliebten Fuchsien (Fuchsia). Bei allen diesen sind die Blüthenorgane dem Fruchtknoten völlig angewachsen, und da dieser an seinem mittleren Theile bei Entwicklung der Samenknöspchen anschwillt, so scheint der Kelch nebst den Kronenblättern und Staubfäden auf seinem Gipfel zu entspringen. Der den Fruchtknoten überragende Theil der Kelchblätter ist oft noch eine Strecke weit röhrig vereinigt, jedoch stets, wie auch die freien Spitzen dieser Blätter, buntfarbig, meistens roth gefärbt, wie die Kronenblätter, während der mit dem Fruchtknoten verwachsene Theil grün bleibt. Die Kronenblätter und Staubfäden sind mit dem Kelche verwachsen, bis zu dem Punkte, wo die Blätter desselben sich trennen, so daß sie hier zu entspringen scheinen (Fig. 718). Die Staubfäden sind mit den Kronenblättern oft in noch größerer Erstreckung verwachsen. In den Blüthen herrscht hier die Vierzahl; gar nicht selten ist es indessen, daß eines der vier Blätter jedes Quirles etwas breiter ist, als die übrigen, daß die Spitze desselben getheilt ist, oder daß vollständig fünf Blätter erscheinen. Es scheint die Vierzahl somit in diesem Falle durch regelmäßige Vereinigung von zwei Blättern eines fünfzähligen Quirles entstanden zu sein. Uebergänge der Staubfäden in Kronenblätter sind auch sehr häufig bei den Fuchsien zu beobachten. Der Fruchtknoten enthält vier Fächer, in deren jedes eine zweifache, senkrechte Reihe von Samenknospen, welche an dem Mittelsäulchen befestigt sind, hereinragt (Fig. 719). Die Pollenzellen der Nachtkerze benutzten wir schon früher (Seite 705) zur Darstellung des Vorganges der Pollenschlauchbildung; ebenso (Seite 755) die Entwicklung der Keimzelle des Embryo. Bei den Blüthen der Nachtkerze tritt der Fall ein, daß dieselben Abends sich öffnen und am Morgen absterben; die nämliche Ursache, welche das Schließen der meisten Blüthen am Abend bewirkt, nämlich der zunehmende Feuchtigkeitszustand der Zellen des Gewebes der Blätter, ist auch die Ursache dieses entgegengesetzten Verhaltens der Oenotheren; die Verschiedenheit ist wahrscheinlich zu erklären durch eine verschiedene Beschaffenheit der unteren und oberen Zellenschicht, welche sich bei diesen „Tagschläfern" unter den Pflanzen gerade entgegengesetzt verhalten, als bei den gewöhnlichen „Nachtschläfern."

Von der Familie der Pfeifensträucher (Philadelpheæ) ist ein schönes Beispiel der in Lustgebüschen sehr gemeine herrlich duftende Pfeifenstrauch oder Jasmin (Philadelphus coronarius) mit weißen Blüthen, welcher in Südeuropa einheimisch ist. Die Familie der Wurzelbäume (Rhizophoreæ) ist dagegen gänzlich auf die heiße Zone beschränkt, wo die ungeheuren Mangle-, Mangroven- oder Wurzelbäume (Fig. 720) an den Meeresküsten im Wasser wachsen, auf hohen Wurzelge-

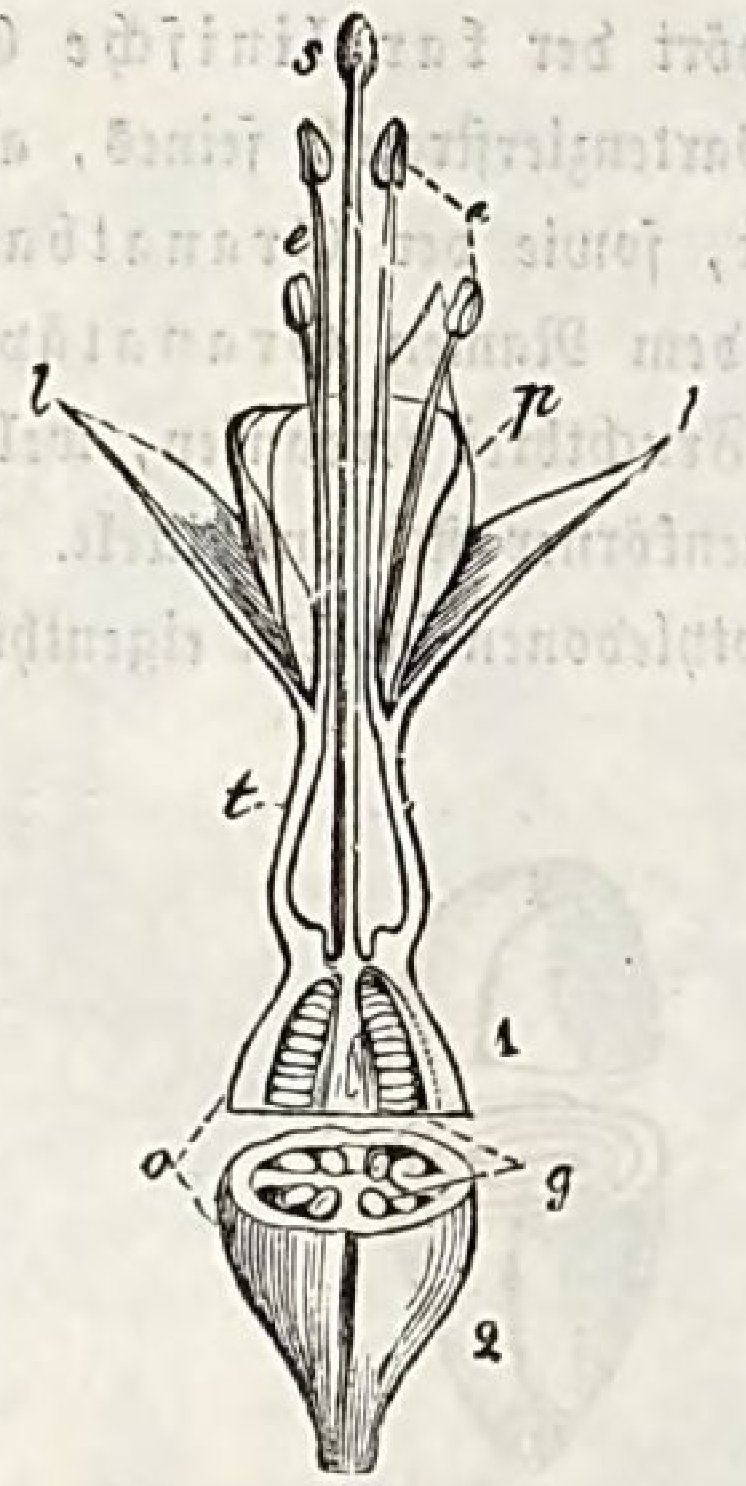


Fig. 718. Die Blüthe der rothen Fuchsia (Fuchsia coccinea), durch einen Horizontalschnitt, welcher durch die Mitte des Fruchtknotens geht, in zwei Hälften getheilt. — 1 Die obere Hälfte, senkrecht durchschnitten. — 2 Die untere Hälfte, unverletzt; *o* Fruchtknoten, mit angewachsenen Blüthenorganen; *g* Samenknöspchen in demselben; *t* der röhrenförmige Theil des Kelches, mit den Kronenblättern und Staubfäden verwachsen; *l* freie Spitzen der Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *s* Griffel.

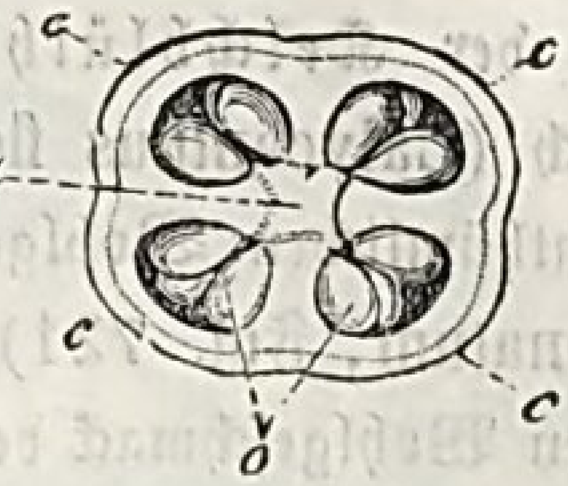


Fig. 719. Horizontaldurchschnitt durch den Fruchtknoten einer Fuchsie. *

* *cccc* Die vier Karpelle; *a* die Blüthenaxe, welche hier als Mittelsäulchen die Samen trägt; *o* die Samen, in jedem Fache eine Doppelreihe bildend.



Fig. 720. Ein einzelner Manglebaum (Rhizophora mangle).

rüsten sich über das Wasser erheben und von ihren Zweigen zahlreiche hangende Wurzeln niedersenden, durch welche die Knospen der Zweige selbstständig werden, ohne sich deßwegen von der Mutterpflanze zu trennen. Die niedersteigende Wurzel wird, nachdem sie im Boden sich verästelt hat, ein Stamm. So bildet sich um einen Baum eine wahre Familiengruppe, und um diese eine immer ausgebreitetere Nachkommenschaft. Es entstehen auf diese Weise die wunderbaren Manglewälder, welche manche tropische Küsten unzugänglich machen, auf deren vom Wasser überflutheten Boden Laub, Schlamm und zahllose Thiere sich ansammeln, welche vermodernd die Luft vergiften. Auch die Samen der Wurzelbäume verharren auf der Mutterpflanze und keimen auf dieser, wobei das Würzelchen des Embryo die Samen- und Fruchtschale durchdringt, und sich so sehr verlängert, daß es endlich den nassen Grund erreicht. Die feuchte Ausdünstung des Wassers scheint mit den Gasen der Atmosphäre allein zu genügen, um das Leben dieser Keimpflanzen bis zu diesem Punkte zu unterhalten.

In der Familie der Combretaceen (Combretaceæ) liefert der ostindische Wandelstrauch (Quisqualis indica) ein ausgezeichnetes Beispiel des Farbenwandels der Blüthen in Folge der Einwirkung des Sauerstoffes auf dieselben. Indem seine Blüthen sich öffnen, sind sie ganz weiß, erst nach mehreren Stunden beginnen sie röthlich zu werden, aber erst am zweiten Tage erreichen sie ihre blutrothe Färbung.

Zur Familie der **Kelchblüthler** (Calycantheæ) gehört der **karolinische Gewürzstrauch** (Calycanthus floridus), welcher als Gartenzierstrauch seines, allen Theilen eigenthümlichen Wohlgeruches wegen beliebt ist, sowie der **Granatbaum** (Punica granatum, Fig. 721), dessen Früchte, unter dem Namen **Granatäpfel** bekannt, ihren Wohlgeschmack dem angenehm säuerlichen Fruchtbrei verdanken, welcher aus der äußeren Samendecke der sehr zahlreichen Samenkörner sich entwickelt. Die letzteren enthalten einen Embryo, dessen blattförmige Cotyledonen in sehr eigenthümlicher Weise zusammengerollt liegen (Fig. 722).



Fig. 721. Ein Blüthenzweig des Granatbaumes (Punica granatum), nebst unreifen und reifen, senkrecht und horizontal durchschnittenen Granatäpfeln.

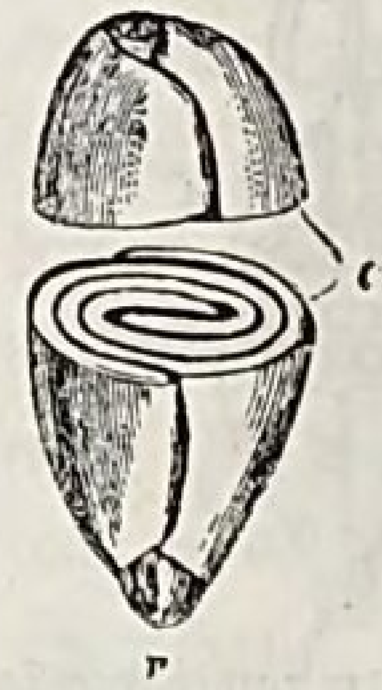


Fig. 722. Der Embryo aus dem Samenkorne eines Granatapfels, sechsfach vergrößert, horizontal in zwei Hälften geschnitten, um die Zusammenrollung der Cotyledonen zu zeigen. — c Cotyledonen; r Würzelchen.

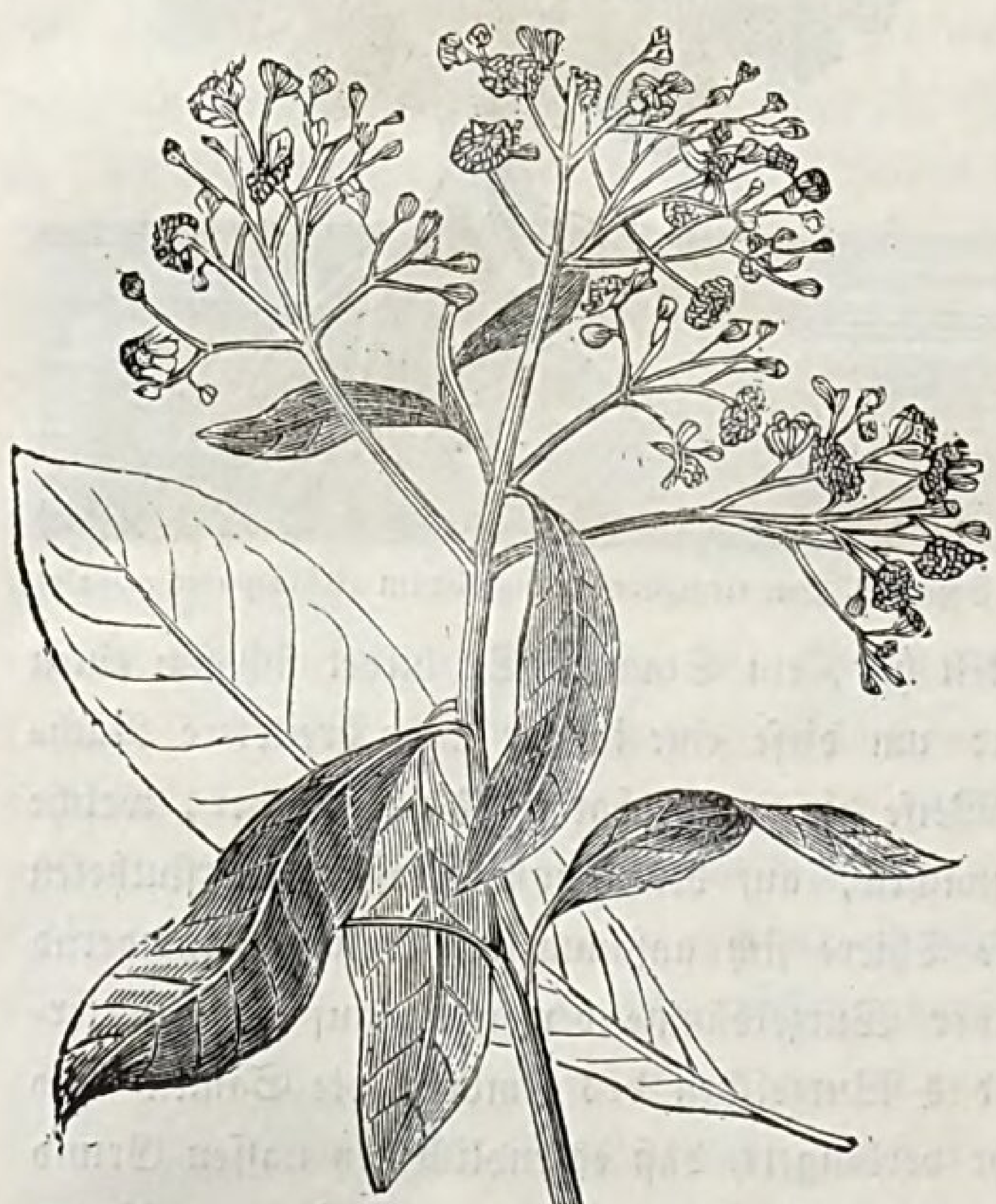


Fig. 723. Ein Zweig des Gewürzmyrthenbaumes (Myrtus pimenta) mit Blättern und Blüthen.

Die Familie der eigentlichen **Myrthengewächse** (Myrtaceæ) ist in Europa nur durch die bekannte, ihres glänzend grünen feinen Laubes wegen so vielfach zum Schmucke angewandte **Myrthe** (Myrtus vulgaris) vertreten, während die übrigen fast 800 Arten von Myrtaceen, zur Hälfte in Südamerika allein und zu mehr als 1/4 in Australien, außerdem in anderen wärmeren Ländern angetroffen werden. Unserer Myrthe sehr nahe verwandt ist die westindische **Gewürzmyrthe** (Fig. 723), deren unreif getrocknete und daher runzelige Beerenfrüchte unter dem Namen **Gewürz-**, **Piment-** oder **Jamaikapfeffer** im Handel zu uns kommen, sowie der molukkische **Nägleinbaum** (Fig. 724), dessen unentfaltet getrocknete Blüthenknöspchen die aromatischen **Gewürznäglein** oder **Nelken** (plattdeutsch Nägelken = Näglein) sind; ferner der westindische **Guajanabaum** (Fig. 725), mit birnförmigen, eßbaren Früchten, der **Jambosbaum** (Fig. 726) der ostasiatischen Inseln, dessen Früchte, die „malayischen Aepfel“, durch angenehmen Rosenduft und Wohlgeschmack hoch geschätzt sind. Auch der **Schönfadenstrauch** (Metrosideros speciosus), einer



Fig. 724. Ein Zweig des Nägleinbaumes (Caryophyllatus aromaticus) mit Blättern und Nägleinblüthen.

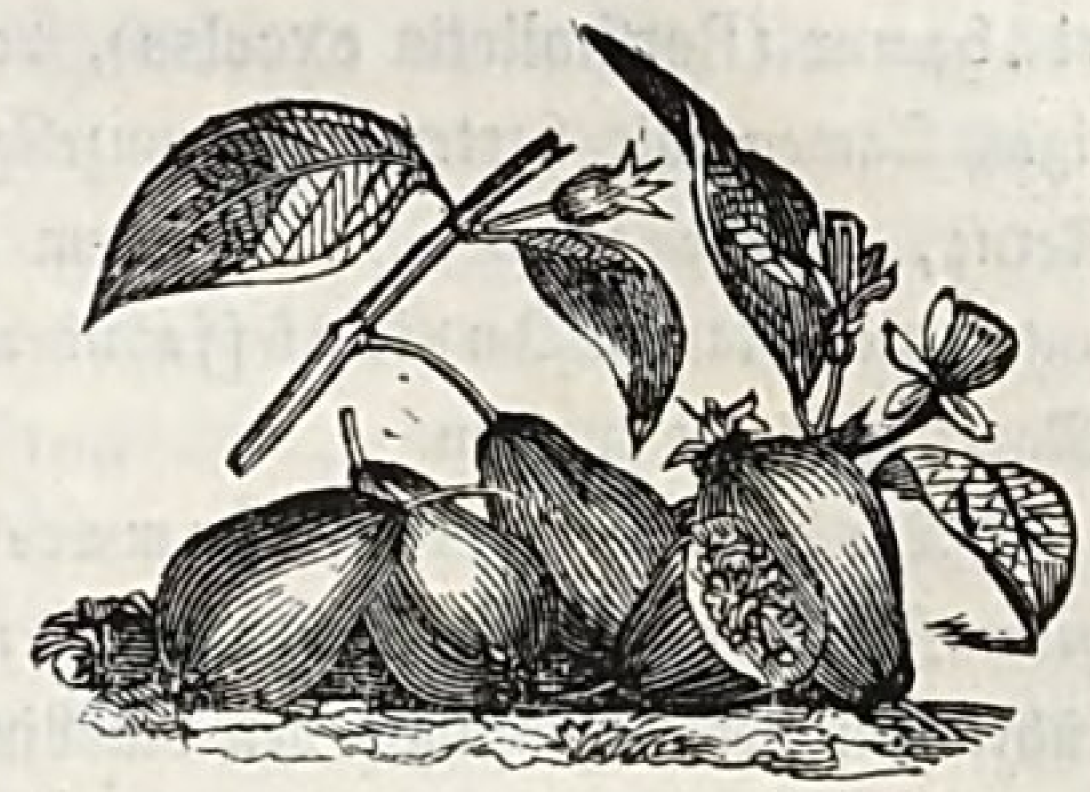


Fig. 725. Blühende Zweige des Guajanabaumes (Psidium pyriferum), nebst reifen Früchten, deren eine, horizontal durchschnitten, die Samenkörner zeigt.



Fig. 726. Ein Zweig des Jambosbaumes (Eugenia jambos) mit Blättern und Blüthen, nebst reifen Früchten.

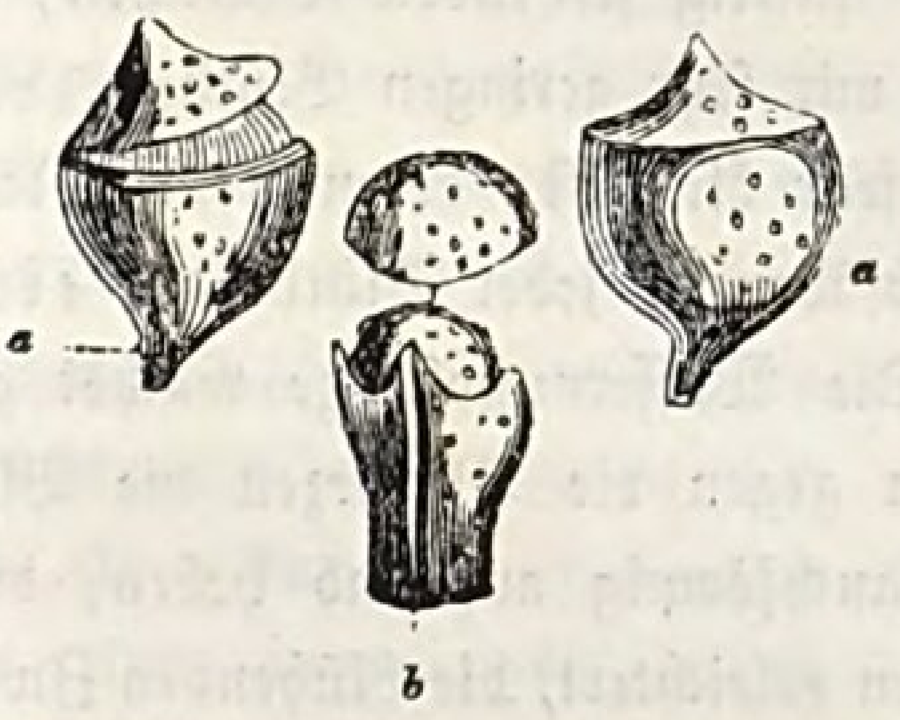


Fig. 727. Blüthenknospen von Eucalypten, welche sich mit Deckeln öffnen; bei *aa* (Eucalyptus) ist der Deckel aus den Kelchblättern, bei *b* (Eudesmia) aus den Kronenblättern gebildet.

unserer prachtvollsten Gewächshauszier=sträucher, gehört hieher. In Neuholland erscheint das Geschlecht der Schönmützenpflanzen oder Eucalypten (Eucalyptus) mit mehr als 50 Arten. Diese Pflanzen haben ihren Namen von der eigenthümlichen Weise, in welcher ihre Blüthen sich öffnen, deren Kelchblätter oder auch Kronenblätter randlich ganz mit einander verwachsen und sich durch einen horizontalen Riß so trennen, daß der obere Theil in Form eines Mützchens abfällt (Fig. 727). Sie bilden fast $^4/_5$ der Wälder Neuhollands und der australischen Inseln, denen sie einen höchst eigenthümlichen Charakter verleihen, indem ihre blaulich immergrünen, lederartigen, lanzettförmigen Blätter an den Zweigen so stehen, daß nicht die obere Fläche, sondern der eine der Ränder gegen die Axe gekehrt ist. Das Licht und der Schatten in solchen Wäldern machen daher auf den europäischen Reisenden einen höchst befremdenden Eindruck.

Von der den Myrtaceen nahe verwandten Familie der Topfbäume (Lecythideæ) ist erwähnenswerth der südamerikanische Topfbaum (Lecythis ollaria), dessen kopfgroße Früchte eine feste Schale besitzen, deren oberer Theil, ähnlich wie die Mütze des Kelches und der Krone bei den Eucalypten, in Form eines Deckels abfällt, so daß der untere Theil einen natürlichen Topf vorstellt. Ferner der Ju=

viabaum (Bertholletia excelsa), von welchem die 1½ Zoll langen, scharf dreikantigen Samen mit harter, querrunzeliger Schale und sehr wohlschmeckendem ölreichem Kerne, welche zu 6—8 in jedem der vier Fächer der kopfgroßen Frucht liegen, unter dem Namen Juvianüsse in den europäischen Seestädten jetzt täglich auf den Markt gebracht werden.

Die Familie der Melastomaceen (Melastomaceæ) beschränkt sich ganz auf die heiße Zone, besonders Südamerika's; der Name, „Schwarzmundpflanzen" bedeutend, rührt von der Eigenschaft der die Lippen dauernd schwarz färbenden eßbaren Beeren. Der hieher gehörige Filzbaum (Myconia holosericea) Südamerika's ist überall mit einem dichten Haarfilze bekleidet.

An die Onagrarieen schließt sich zunächst die Familie der Weideriche (Lythrarieæ), aus welcher besonders das Blutkraut (Lythrum salicaria) an feuchten Waldsäumen und an Flußufern bei uns gemein ist, während die Kupheen (Cuphea silenoides u. a.) als Zierpflanzen in Zimmern gezogen werden, sowie die Familie der Halorageen (Halorageæ). Letztere umfaßt mehrere europäische Wasserpflanzen, das Tausendblatt (Myriophyllum verticillatum) in stehenden Wassergräben, die in stillen Teichen wachsende Wassernußpflanze (Trapa natans) mit sehr harter Frucht, an welcher die vier Kelchzipfel als feste Dornen abstehen, und deren mehlige Samen eßbar sind, sowie der Tannenwedel (Hippuris vulgaris), eine Pflanze mit quirlig stehenden Blättchen, von der Tracht der Schafthalme, mit sehr geringen Blüthen, deren nur zweilappiger Kelchsaum sehr klein ist, deren Kronenblätter gänzlich fehlen, deren Staubfäden in jeder Blüthe auf einen einzigen beschränkt sind. Die Wassernußpflanze wächst ganz untergetaucht, doch schwellen gegen die Blüthezeit die Blattstiele in ihrem Umfange schlauchförmig auf und heben, durch die entstandenen Lufthöhlungen erleichtert, die blühenden Zweige an die Oberfläche. Der Fruchtknoten des Tannenwedels besteht aus einem einzigen, der Blüthenaxe angewachsenen Karpelle, und die an der Blüthenaxe entsprungene Samenknospe hangt aus dem oberen Winkel des Fruchtfaches mit aufwärts gerichteter Mikropyle herab (Fig. 728).

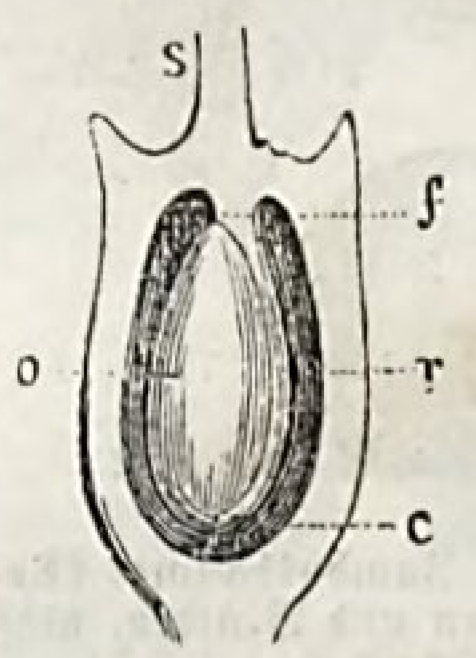


Fig 728. Der Fruchtknoten des gemeinen Tannenwedels (Hippuris vulgaris), senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* s Der untere Theil des Griffels; f Nabelstrang; r der angewachsene Theil des Nabelstranges, die Naht an der Samenknospe bildend; c der unten befindliche Knospengrund; o die hangende, aber aufrechte Samenknospe.

Zweiundzwanzigste Ordnung.

Die Storchschnäbler. Gruinales.

Die Storchschnäbler, deren vorzugsweise charakteristische Familie die der eigentlichen Storchschnabelpflanzen (Geraniaceæ) ist, haben hypogynische, unvereinigte Kelch- und Kronenblätter und Staubfäden, in denen die Fünfzahl, meistens bei ersteren einfach, bei letzteren verdoppelt, herrscht, und einen aus drei bis fünf Karpellen gebildeten Fruchtknoten. Die Kelch- und Kronenblätter sind in der Knospenlage dachziegelartig übereinander greifend, letztere obendrein noch meistens ein wenig gedreht.

Die Familie der Sauerkleegewächse (Oxalideæ), für welche der gemeine Sauerklee oder Hasenkohl (Fig. 729) ein sehr bekanntes Beispiel gibt, zeichnet sich durch „zusammengesetzte" Blätter und durch regelmäßig fünfzählige Blüthen aus, deren fünf kürzere und fünf etwas längere Staubfäden am Grunde ein klein wenig zusammengewachsen sind. Die Frucht ist eine etwas schnabelig zugespitzte fünffächerige Kapsel, in welcher die Samen übereinander gereiht stehen. Letztere sind von einer elastisch aufspringenden Samenhülle umgeben. Diese Pflanzen sind sehr reich an sauerkleesaurem Kali, in noch höherem Grade als die Sauerampfergewächse (Seite 916). Man gewinnt jenes Salz, das sogenannte „Kleesalz", aus denselben in großer Menge. Einige amerikanische Oxalideen haben Zwiebelknollen oder rübenartige unterirdische Axen, welche wie Kartoffeln genossen werden können.

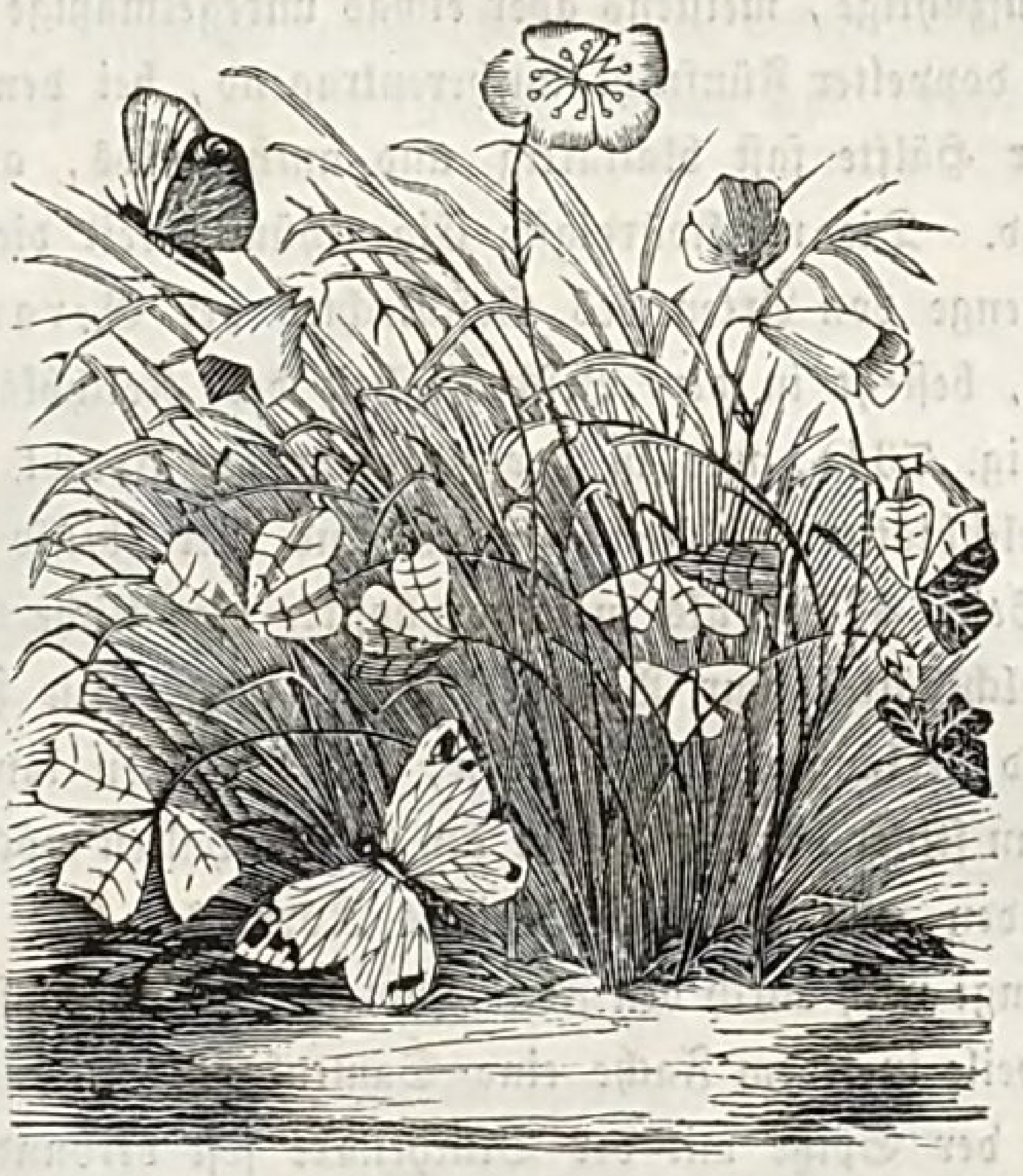


Fig. 729. Der gemeine Sauerklee oder Hasenkohl (Oxalis acetosella).

Die Familie der Leingewächse (Lineæ) besitzt einfache Blättchen und minder regelmäßig fünfzählige Blüthen; der eine Quirl von Staubfäden ist verkümmert, es stehen an der Stelle derselben nur kurze unfruchtbare Filamente. Die gemeine Leinpflanze (Fig. 730) ist ein höchst wichtiges Mitglied dieser Familie. Die schönen blauen Kronen derselben sind äußerst vergänglich, kaum eine andere einheimische Pflanze möchte zu nennen sein, deren Blüthezeit so kurz wäre. Die Frucht ist eine ziemlich kugelige, vier- bis fünffächerige, kurzschnabelig zugespitzte Kapsel, welche fachtheilig aufspringt und in jedem Fache zwei Samen enthält. Die äußere Samendecke enthält Schleim, und die Zellenmembranen selbst lösen sich, mit Wasser befeuchtet, zu schlüpferigem, erweichendem und daher vielfach ärztlich angewandtem Schleime auf. Der Leinsamen enthält in den Cotyledonen des Embryo, welcher das Samenkorn ganz ausfüllt, reichliche Mengen von Oel, im Betrage von etwa

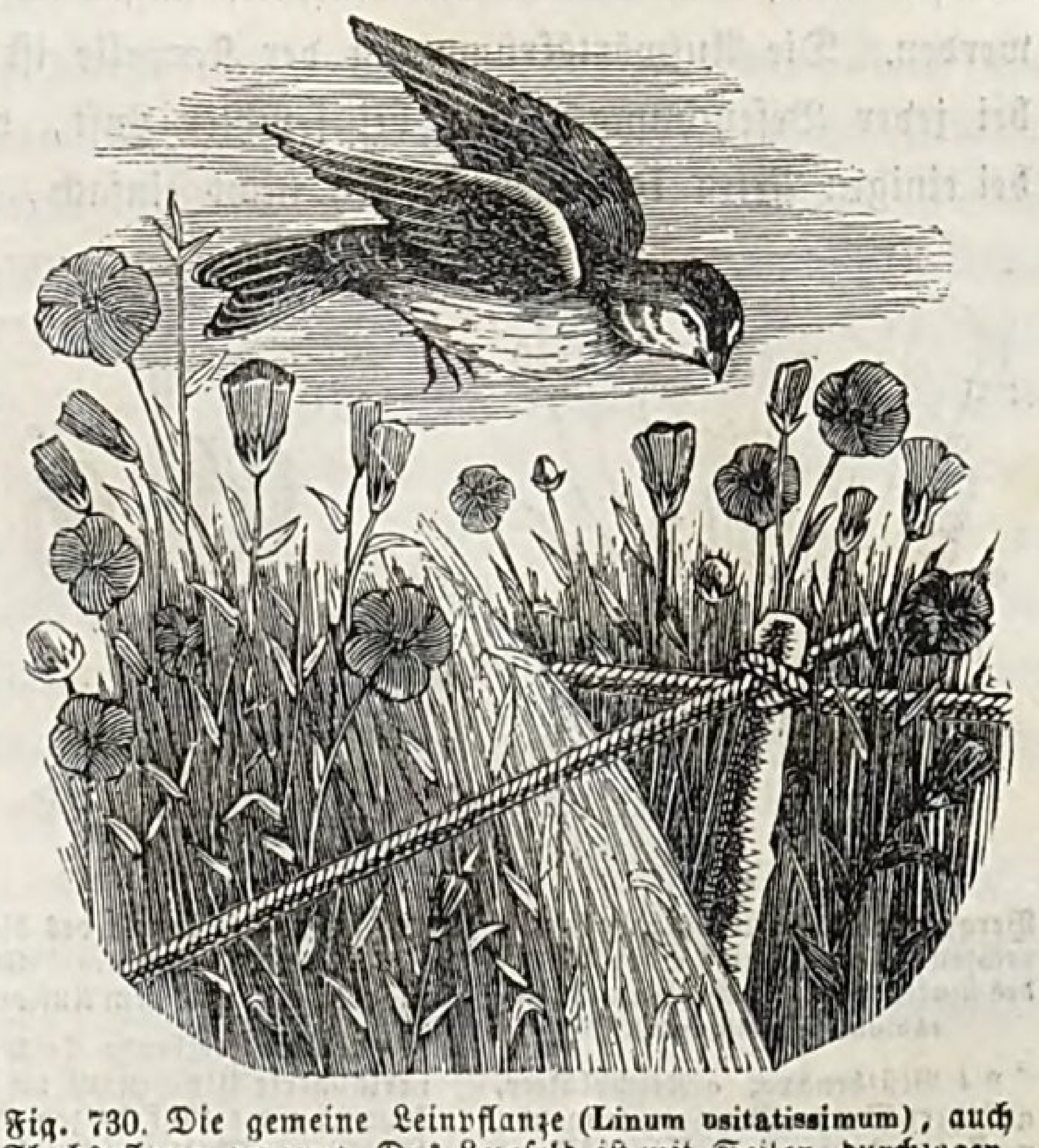


Fig. 730. Die gemeine Leinpflanze (Linum usitatissimum), auch Flachspflanze genannt. Das Leinfeld ist mit Seilen durchzogen, um das schädliche Niederlegen des Leins bei Wind und Regen zu verhüten.

25% seines Gewichtes. Dieses Leinöl gehört zu den trocknenden fetten Oelen, und ist daher zur Bereitung von Firnißen sehr brauchbar und in allgemeiner Anwendung, sowie man es auch eingedickt und mit Kienruß zusammengekocht zur Druckerschwärze verwendet. Noch wichtiger, als durch das Oel, ist die Leinpflanze durch ihre Bastfasern, welche bei großer Länge eine außerordentliche Feinheit besitzen und, durch Röttung und Brake von dem Parenchymgewebe befreit, durch das „Bocken" (Schlagen) und Ribben verfeinert, den Flachs, das Material zum Leinengarn und zur Leinwand liefern.

Die Storchschnabelgewächse oder Geraniaceen (Geraniaceæ) haben fünfzählige, meistens aber etwas unregelmäßige Blüthen, deren Staubfäden, meistens in doppelter Fünfzahl antherentragend, bei den Reiherschnäbeln (Erodium) aber zur Hälfte fast blattartig und antherenlos, am Grunde etwas zusammengewachsen sind. Die merkwürdigste Eigenthümlichkeit dieser Pflanzen, von welchen eine große Menge von Arten des Geschlechtes der Geranien (Geranium) bei uns einheimisch ist, besteht in der Beschaffenheit der Kelchblätter, welche kurze Grannen tragen (Fig. 731), und in der Bildung der Frucht. Jene Grannen, welche sich von den Kelchblättern ablösen können, sind hier ebenso, wie bei den Spelzen der Gramineen (Seite 827), als metamorphosirte eigentliche Blatttheile zu betrachten, während die Kelchblätter nur Blattstielblätter sind. Die Frucht besteht aus fünf sehr schmalen und verlängerten Karpellen, welche einen langen „Storchschnabel" darstellen, den man seiner Form nach für den Griffel halten möchte. Allein die eigentlichen Griffeltheile bilden nur die Spitze dieses Körpers. Die Blüthenaxe erstreckt sich der ganzen Länge nach durch den Fruchtknoten, welcher an seinem unteren, etwas aufgeschwollenen Theile in jedem Fache eine Samenknospe enthält. Bei der Reife bleiben die Karpelle an der Spitze mit der Blüthenaxe fest verbunden, dagegen reißen sie sich an ihrem Grunde los (Fig. 732), wobei die Samen sich ebenfalls von ihrem Ursprungspunkte ablösen und, am Grunde der Karpelle angewachsen, mit diesen aufwärts gekrümmt werden. Die Aufwärtskrümmung der Karpelle ist nur eine Folge der Austrocknung; bei jeder Befeuchtung, auch bei feuchter Luft, verändern sie ihre Haltung wieder; bei einigen Arten krümmen sie sich nicht einfach, sondern zeigen eine Spiraldrehung, welche sich wiederholt verändert, wenn man sie nur anhaucht. Es ist dieses eines der vielen Beispiele „hygroskopischer" Bewegungen im Pflanzenreiche. Die Samen der Geraniaceen enthalten einen Embryo mit sehr blattähnlichen Cotyle-

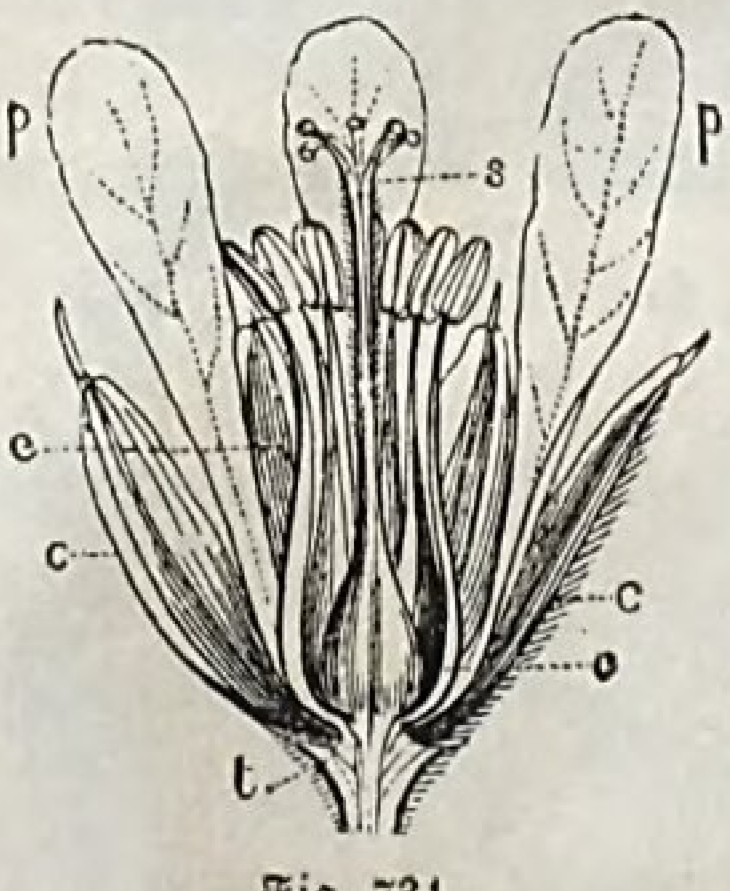


Fig. 731.
Vergrößerte Darstellung des senkrechten Durchschnittes einer Blüthe des stinkenden Ruprechtskrautes (Geranium robertianum). *

* t Blüthenaxe; c Kelchblätter, auf ihren Spitzen Grannen tragend; p Kronenblätter; e Staubfäden; s die fünf Griffelspitzen des langen Fruchtknotens; o Fruchtknoten.

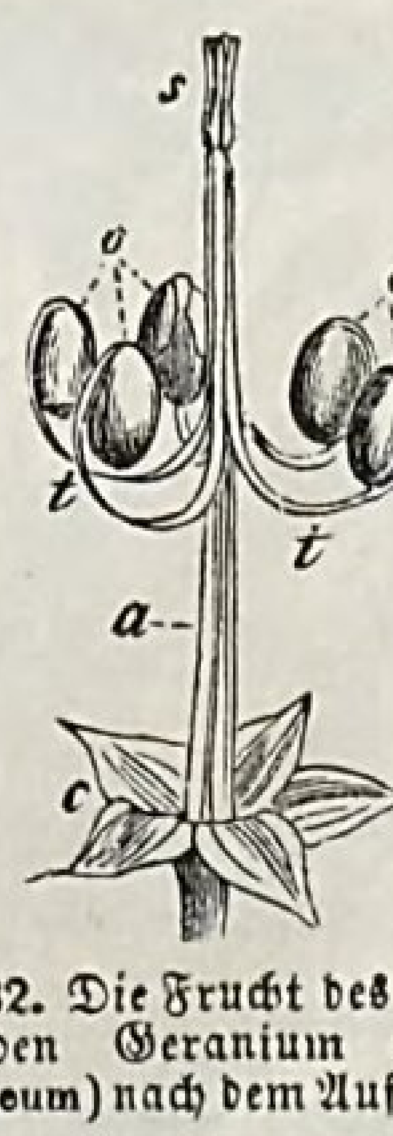


Fig. 732. Die Frucht des blutrothblühenden Geranium (Geranium sanguineum) nach dem Aufspringen.*

* c Der bleibende Kelch; a die verlängerte Blüthenaxe im Fruchtknoten; s die fünf kurzen Griffel; t die vertrockneten schmalen Karpelle; o die Samen, welche an den Karpellen hangen.

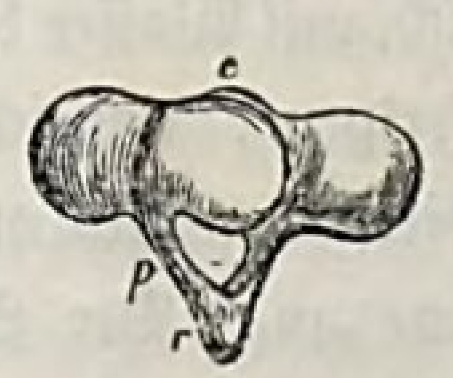


Fig. 733.
Der Embryo des weichhaarigen Geranium (Geranium molle), vergrößert. *

* r Axenorgan; c Cotyledonen; p die Blattstiele der letzteren.

donen, welche mitunter sogar gestielt erscheinen (Fig. 733). Bei den Pelargonien (Pelargonium), deren zahllose Varietäten als Zimmerzierpflanzen sehr allgemein verbreitet sind, ist die Blume sehr unregelmäßig, indem das eine der Kelchblätter an seinem Grunde einen sehr langen Sporn besitzt, welchen man aber, da derselbe mit dem Blüthenstiele ganz verwachsen ist, leicht für einen unterständigen Fruchtknoten halten möchte. In dem Sporne sondert sich Honigsaft aus. Die Pelargonien sind im südlichen Afrika einheimisch. Ihre Blätter tragen Drüsenhaare, welche ätherische Oele enthalten; beim Rosenpelargonium (P. roseum) verbreitet sich aus diesem Grunde ein lieblicher Duft, sobald dieselben berührt werden. Eine andere Gattung, mit braunen Blüthen, das Trauerpelargonium, besitzt an seinen Wurzeln in unregelmäßigen Abständen knollige Anschwellungen, eine Bildung der Wurzel, welche man „rosenkranzförmig" nennt (Fig. 734).



Fig. 734. Die rosenkranzförmige Wurzel des Trauerpelargonium (P. triste).



Fig. 735. Der Kelch der gemeinen Kapuzinerkresse (Tropæolum majus). *

* e Der Sporn des einen Kelchblattes; p der Blüthenstiel.

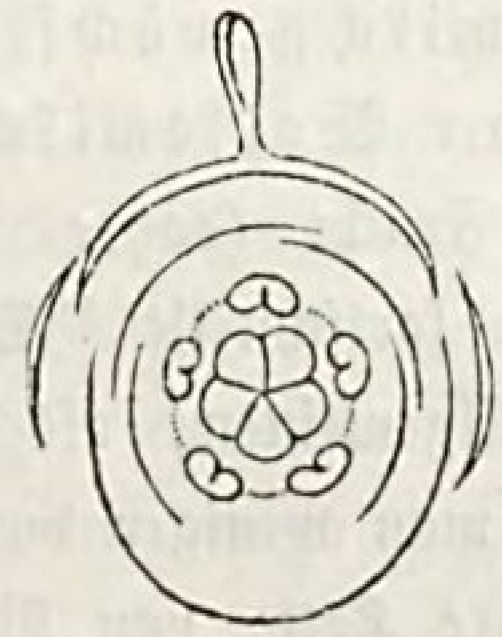


Fig. 737.

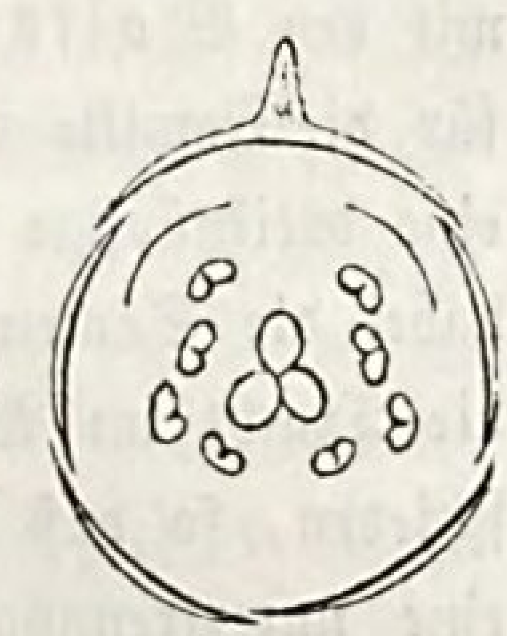


Fig. 736.

Fig. 736. Diagramm der Blüthe eines Kapuzinerhütleins (Tropæolum pentaphyllum).*

* Fünf Kelchblätter, deren eines gespornt ist; zwei Kronenblättchen, vor dem gespornten Kelchblatte; zweimal vier Staubfäden; drei Karpelle, welche den Fruchtknoten bilden.

Fig. 737. Diagramm der Blüthe einer Balsamine (Impatiens parviflora). *

* Drei ungleiche Kelchblätter, deren eines gespornt ist; fünf sehr ungleiche Kronenblätter; fünf regelmäßige Staubfäden; fünf vereinigte Karpelle.

Die Familie der Kapuzinerhütlein (Tropæoleæ) enthält hauptsächlich das Geschlecht, nach welchem sie benannt ist. Die Kapuzinerkresse unserer Gärten, mit ihren schildförmigen Blättern, kann als Beispiel derselben dienen. Hier ist die Blüthe sehr unregelmäßig gebildet. Der lange Sporn des einen Kelchblattes ragt frei neben dem Blüthenstiele herab (Fig. 735); der Kelch ist übrigens fünfblätterig, orangegelb gefärbt, die Krone dagegen mitunter nur durch zwei Blätter angedeutet, und die zwei Staubfadenquirle sind ebenso verstümmelt, indem von jedem derselben nur vier ausgebildet sind (Fig. 736). Die Stengel, Blätter und Blüthen enthalten ein schwefelhaltiges, beißendes, ätherisches Oel. Der Orangefarbe der Blüthe liegt nicht etwa ein einfacher, orangefarbiger, sondern ein gelber und ein rother Farbstoff gemeinsam zu Grunde. Man kann letzteren durch gewisse chemische Einwirkungen entfärben, so daß die Blüthe dann rein schwefelgelb erscheint.

Bei der Familie der Balsaminen (Balsamineæ) nimmt die Unregelmäßigkeit der Blüthen von außen nach innen ab. Die Gartenbalsamine (Impatiens balsamina) und die Sumpfbalsamine (Impatiens noli-tangere) verdanken derselben die wunderliche Form ihrer Blumen. Der Kelch besteht aus dreien vereinigten Blättern, deren eines sackförmig gespornt ist; Kronenblätter finden sich dagegen fünf, ungleich große, dann fünf regelmäßige Staubfäden, unten vereinigt,

und fünf verwachsene Karpelle (Fig. 737). Bekannt ist die Eigenthümlichkeit der Sumpfbalsamine, daß die länglichen, fünfklappigen Fruchtkapseln gegen die Zeit der Samenreife nur der geringsten Berührung bedürfen, um sich an ihrer Spitze von einander loszumachen, auseinander zu spalten und sich mit Blitzesschnelligkeit aufzurollen, und dabei die Samen weit umher zu schleudern. Man nennt die Pflanze daher „Rührmichnichtan (noli-tangere).“

Dreiundzwanzigste Ordnung.

Die Schneller. Tricoccæ.

Der Name, welchen man der Gruppe von Pflanzenfamilien gegeben hat, welche mit den Wolfsmilchgewächsen zunächst verwandt sind, paßt vorzugsweise eben für die Familie der Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceæ), welche meistentheils eine dreiknöpfige Frucht (daher Tricoccæ) besitzen, die sich plötzlich öffnet und dabei die Samen fortschnellt. Schon bei dieser einen Familie ist übrigens sowohl die Tracht im Allgemeinen, als auch die Bildung der Blüthenorgane äußerst verschieden, so daß man weniger durch ein gemeinsames Merkmal, als vielmehr durch eine unzertrennbare Kette von Verwandtschaften, welche die einzelnen Geschlechter und Gattungen mit einander verknüpft, die ganze Familie vereinigen muß. Es gehören hieher Bäume, Sträucher und Kräuter, solche mit sehr regelmäßigen und vollständigen, aber stets eingeschlechtigen Blüthen, und solche, deren Blüthen ebenso unvollkommen erscheinen, als diejenigen der Troddelträger. Neben dem immergrünen Buchs (Fig. 738), welchen man in Deutschland so allgemein als Einfassung der Beete in den Gärten verwendet sieht, welcher aber schon in der Schweiz einen baumartigen Wuchs erlangt, gehören hieher die zahlreichen Arten der Wolfsmilchkräuter (Euphorbia), von denen einige tropische Gattungen ganz die Tracht



Fig. 738. Ein Zweig des immergrünen Buchsbaumes (Buxus sempervirens) mit Blüthen; daneben eine Blüthe in natürlicher Größe.



Fig. 739. Ein Blatt des gemeinen Wunderbaumes (Ricinus communis).



Fig. 740. Ein Zweig des Cassavestrauches (Jatropha Manihot).

der Melonencactus besitzen, und der Bingelkräuter (Mercurialis), der ursprünglich ostindische Wunderbaum (Ricinus communis, Fig. 739), der Kautschukbaum (Siphonia elastica), der Sandbüchsenbaum (Hura crepitans), der Manschenillebaum (Hippomane mancinella) und der Cassavestrauch (Fig. 740) des tropischen Amerika's, ja auch die mit blattartig bandirten Zweigen versehene Xylophylla (Fig. 741) muß zu derselben Familie gezählt werden. Die Cassavesträucher haben sehr vollkommene, übrigens völlig eingeschlechtige Blüthen (Fig. 742), welche übrigens auf einer Pflanze gemeinsam (diklinisch, aber monöcisch) vorkommen. Monöcisch sind die diklinischen Blüthen auch beim Wunderbaume, dessen Staubfäden eine der eigenthümlichsten Arten von Verbrüderung zeigen, indem sie gleichsam ästige Büschelchen bilden (Fig. 743). Aehnlich sehen die Griffel der weiblichen Blüthen des Myrobalanenbaumes aus, indem jeder der Griffel, deren Dreizahl derjenigen der Karpelle entspricht, zweifach gabelig getheilt ist, eine Bildung, welche mit der bei dieser ganzen Familie so häufigen Zertheilung der Blattspreiten zusammenzuhangen scheint (Fig. 744). Bei den Bingelkräutern sind die Blüthen oft auch diöcisch, so daß man männliche und weibliche Pflanzen zu unterscheiden hat, und die Form der Staubfäden nimmt bei diesen und verwandten Kräutern eine sehr sonderbare Bildung an, indem die Staubbeutel als eiförmige oder wurmförmige Anhängsel zu beiden

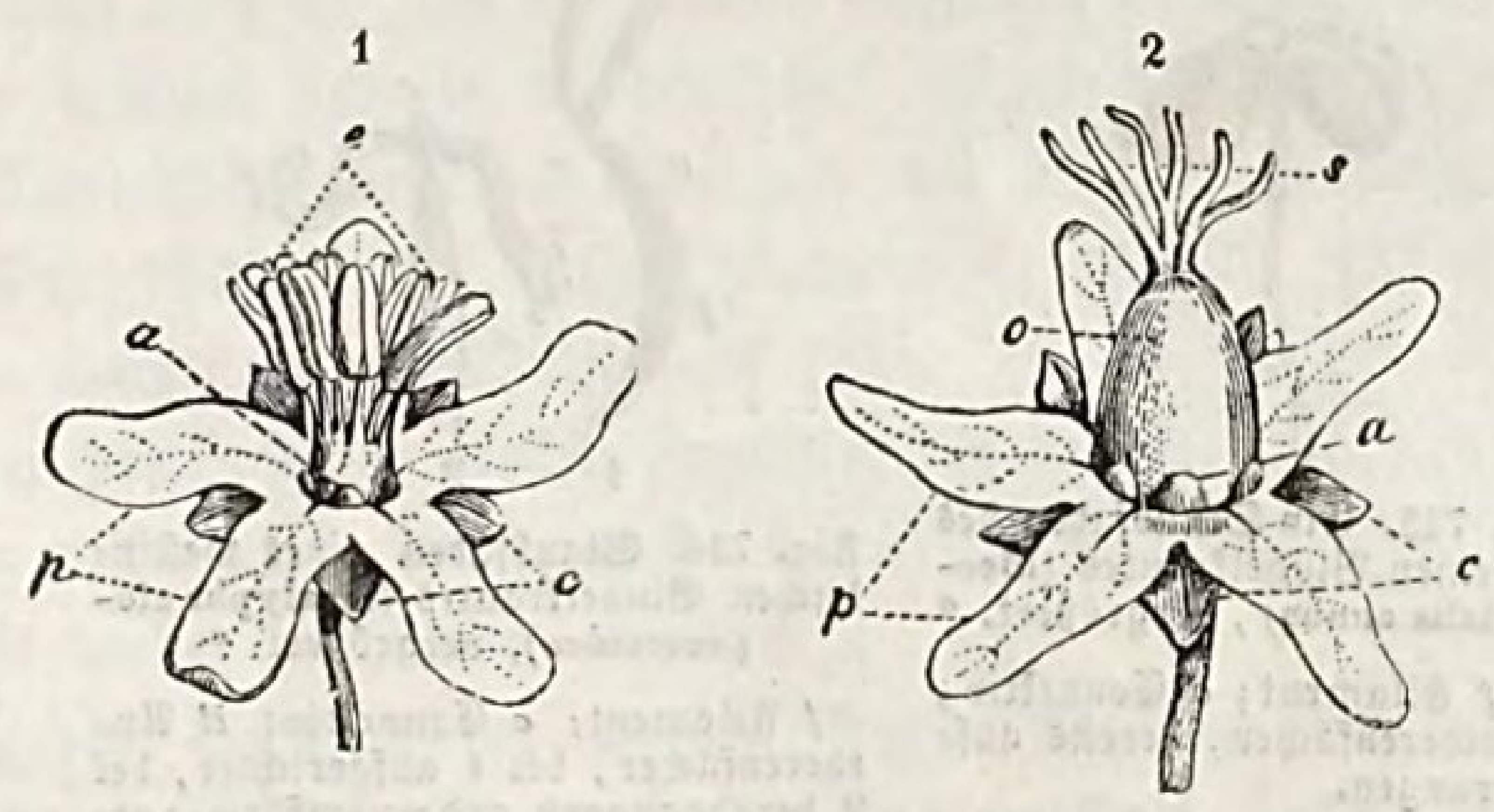


Fig. 742. Die diklinischen Blüthen eines Cassavestrauches (Jatropha curcas).*

* 1 Männliche Blüthe, oben darüber das Diagramm derselben; c Kelchblätter; p Kronenblätter; a Nektarien, welche mit den Kronenblättern abwechselnd stehen; e Staubfäden. — 2 Weibliche Blüthe, oben darüber das Diagramm derselben; c Kelchblätter; p Kronenblätter; a Nektarien; o Fruchtknoten; s Griffel.

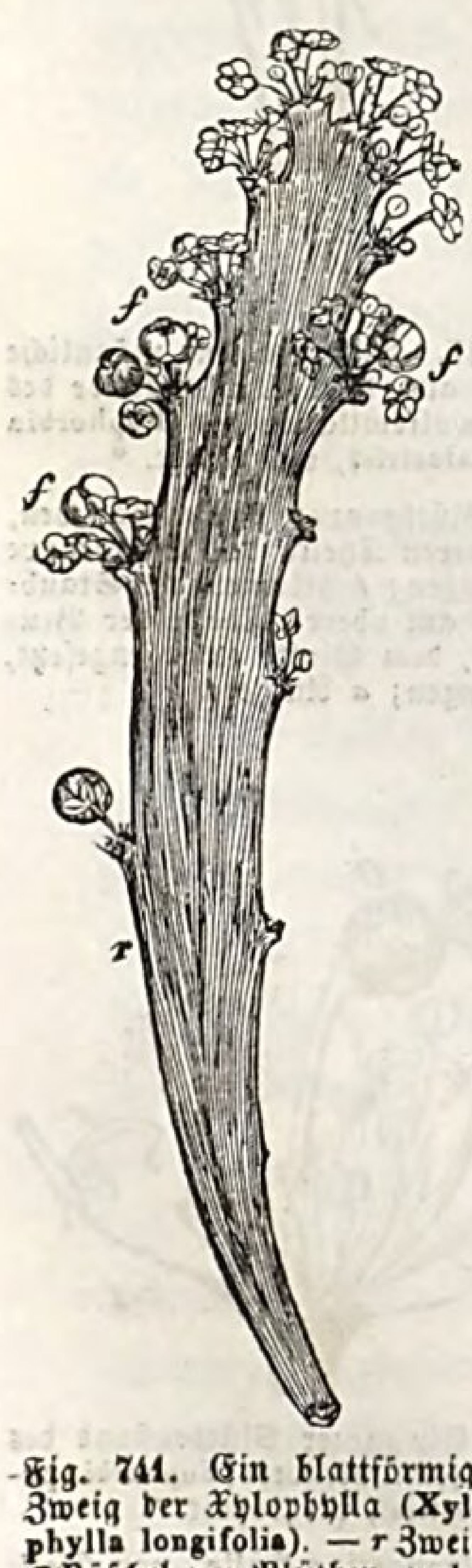


Fig. 741. Ein blattförmiger Zweig der Xylophylla (Xylophylla longifolia). — r Zweig; ff Büschel von Blüthen, welche aus demselben hervorkommen.

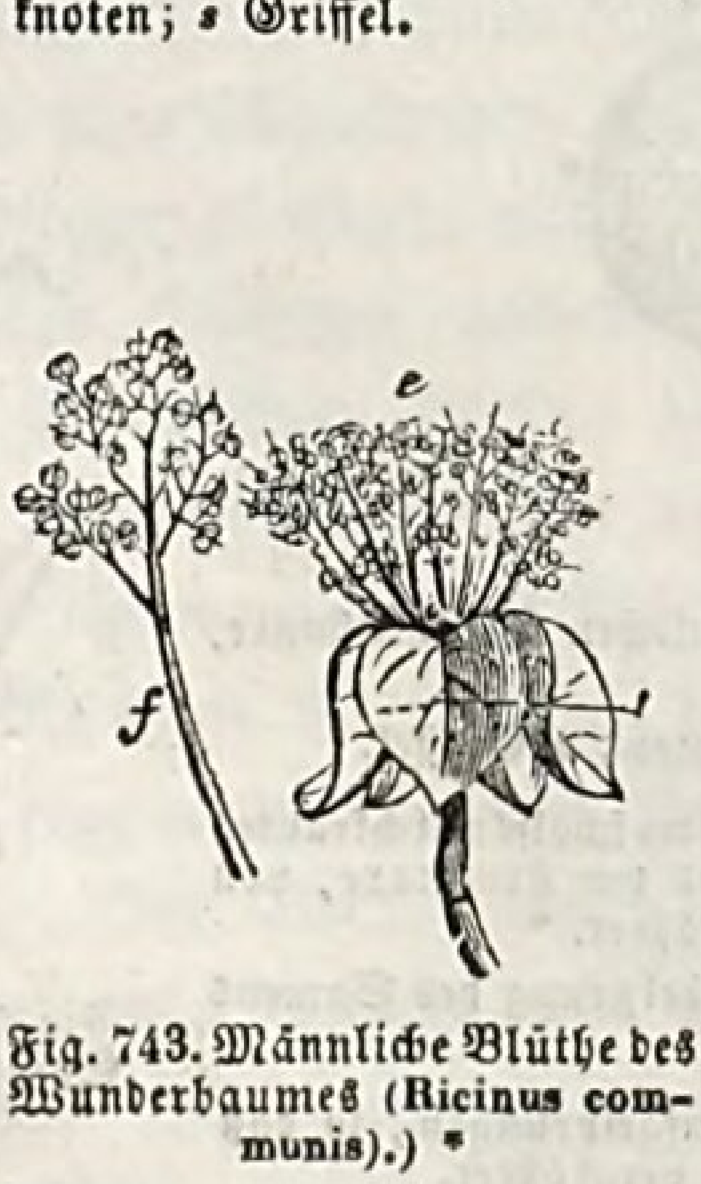


Fig. 743. Männliche Blüthe des Wunderbaumes (Ricinus communis).) *

* c Kelchblätter; e vielfach verbrüderte („polyadelphische“) Staubfäden; f einer der Staubfadenbüschel abgesondert, vergrößert dargestellt.

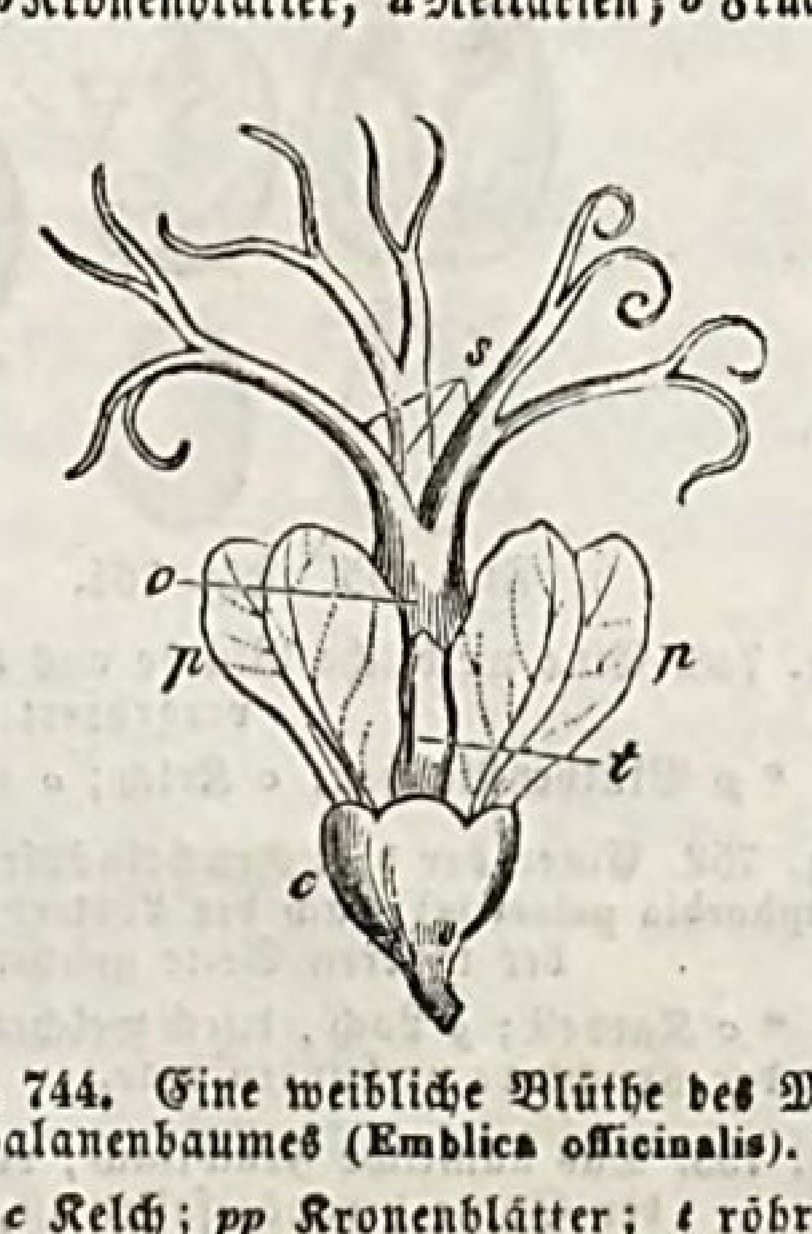


Fig. 744. Eine weibliche Blüthe des Myrobalanenbaumes (Emblica officinalis). *

* c Kelch; pp Kronenblätter; t röhrenförmiges Hüllglöckchen, welches den Fruchtknoten umgibt und welches den Nektarien der Blüthen des Wunderbaumes zu entsprechen scheint; o Fruchtknoten; s die drei zweifach gabelig getheilten Griffel.

Seiten des knopfartigen Connektivs hangen (Fig. 745 u. 746). Bei den Wolfsmilchkräutern sind die höchst einfachen männlichen Blüthen in größerer Zahl mit den nicht minder einfachen weiblichen Blüthen in einem gemeinsamen Blüthenstande vereinigt, unterhalb dessen Deckblätter eine Perigonhülle bilden. Die männlichen Blüthen, zehn bis zwanzig in einer Hülle, bestehen jede nur aus einem Deckblättchen und einem Staubfaden (Fig. 747); die weibliche Blüthe ist ein bloßer dreifächeriger Fruchtknoten, welcher auf einem ziemlich langen dünnen Stielchen in der Mitte des gemeinsamen Blüthenstandes steht, und auf seinem Gipfel drei einfach gabeltheilige Griffelchen trägt, ohne irgend eine besondere Blüthenhülle, nur mit schwachen Spuren von Kelchblättchen (Fig. 748). Die perigonartige Hülle des ganzen Blüthenstandes besteht aus fünf schmalen verlängerten und fünf kurzen breiteren Blattorganen, von denen die letzteren einen drüsigen Endrand besitzen (Fig. 749). Die drei Fächer des Fruchtknotens der Euphorbiaceen sind an der Blüthenaxe, welche ein Mittelsäulchen zwischen ihnen bildet, angewachsen und enthalten jedes eine Samenknospe, nur bei einigen Geschlechtern deren zwei, welche stets von dem inneren Winkel des Faches, wo dieses mit dem Samenträger verwachsen ist, an verlängertem

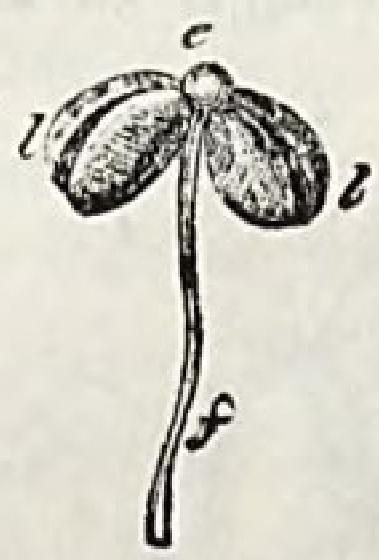


Fig. 745. Ein Staubfaden des gemeinen Bingelkrautes (**Mercurialis annua**), vergrößert. *

*f Filament; c Connektiv; ll Antherenfächer, bereits aufgesprungen.

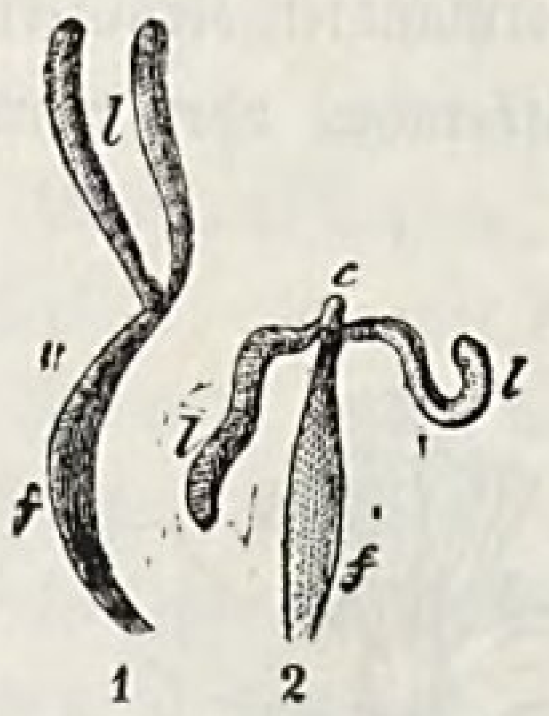


Fig. 746. Staubfaden eines westindischen Bingelkrautes (**Acalypha alopecuroidea**), vergrößert. *

f Filament; c Connektiv; ll Antherenfächer, bei 1 aufgerichtet, bei 2 herabhangend und wurmförmig gekrümmt.

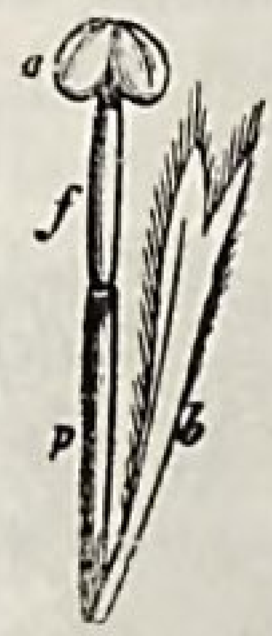
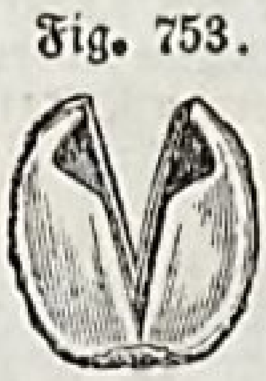


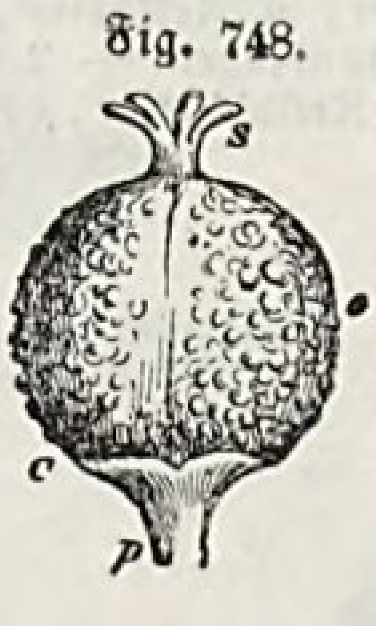
Fig. 747. Eine einzelne männliche Blüthe aus dem Blüthenstande des Sumpfwolfsmilchkrautes (**Euphorbia palustris**), vergrößert. *

* p Blüthenaxe; b Deckblättchen, am unteren Theile der Blüthenaxe entsprungen; f Filament des Staubfadens, am oberen Theile der Blüthenaxe, dem Blatte entgegengesetzt, entsprungen; a Anthere.

Fig. 753. Fig. 752. Fig. 748.







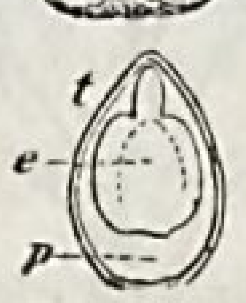




Fig. 755. Fig. 754.

Fig. 748. Eine weibliche Blüthe aus dem nämlichen Blüthenstande, vergrößert. *

* p Blüthenstielchen; c Kelch; o Fruchtknoten; s Griffel.

Fig. 752. Einer der drei Fruchtknöpfe des Sumpfwolfsmilchkrautes (**Euphorbia palustris**) nach der Lostrennung von der Fruchtaxe, von der inneren Seite gesehen, vergrößert. *

* c Karpell; g Loch, durch welches der Nabelstrang des Samens mit der Fruchtaxe verbunden war.

Fig. 753. Das nämliche Fruchtfach, vollends aufgesprungen, so daß der Same herausgefallen ist, ebenso vergrößert.

Fig. 754. Das Samenkorn aus der Fruchtkapsel des Sumpfwolfsmilchkrautes, vergrößert.

Fig. 755. Das nämliche Samenkorn, senkrecht durchschnitten. *

* t Samenschale; p Endosperm; e Embryo.

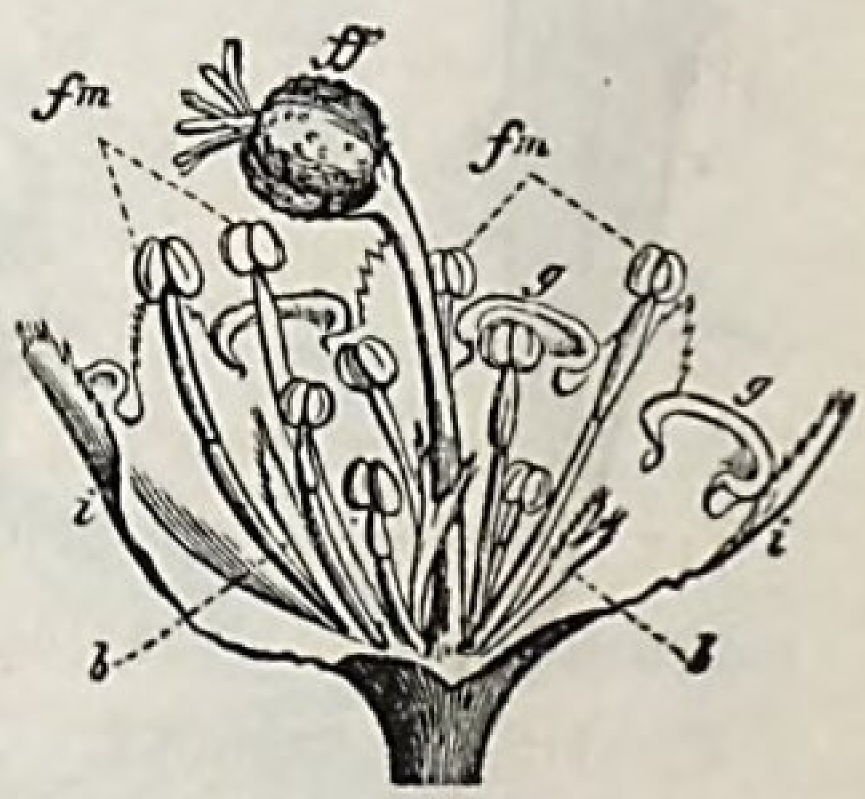


Fig. 749. Ein ganzer Blüthenstand des Sumpfwolfsmilchkrautes (**Euphorbia palustris**), vergrößert. *

* i Perigonartige Hülle, von Deckblättchen gebildet, deren vordere Hälfte man entfernt hat, um die Blüthen zu zeigen; g drüsige Hüllblättchen; fm männliche Blüthen; b Deckblättchen derselben; ff weibliche Blüthe.

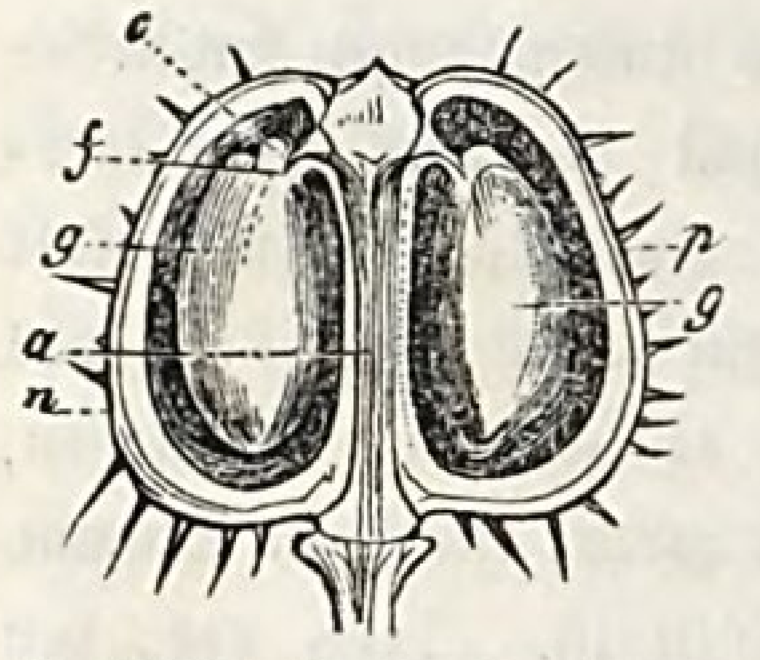


Fig. 750. Senkrechter Durchschnitt der Frucht des Wunderbaumes (Ricinus communis). *

* *a* Mittelsäulchen, welches an seinem oberen Theile in jedes Fach ein Zweiglein, den Nabelstrang *f* der Samenknospe abgibt; *p* Fruchtwandung; *g* Samenknospe; *c* ein Wulst an der Mikropyle.

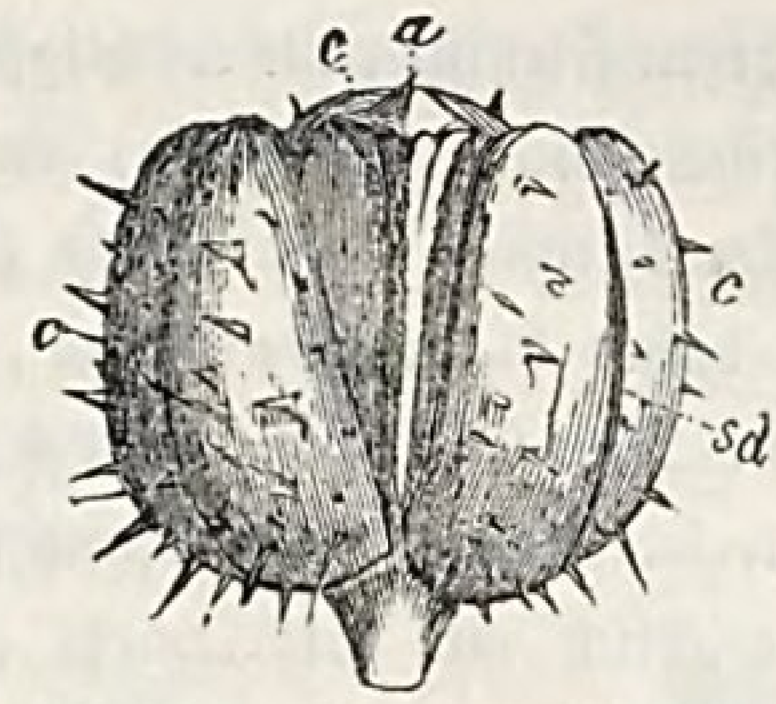


Fig. 751. Die Frucht des Wunderbaumes, im Begriffe aufzuspringen. *

* *ccc* Die drei Fruchtfächer; *a* die ursprüngliche Blüthenaxe, welche als Mittelsäulchen stehen bleibt; *sd* die vertiefte Rückennaht der Karpelle, im Begriffe ebenfalls aufzuspringen.

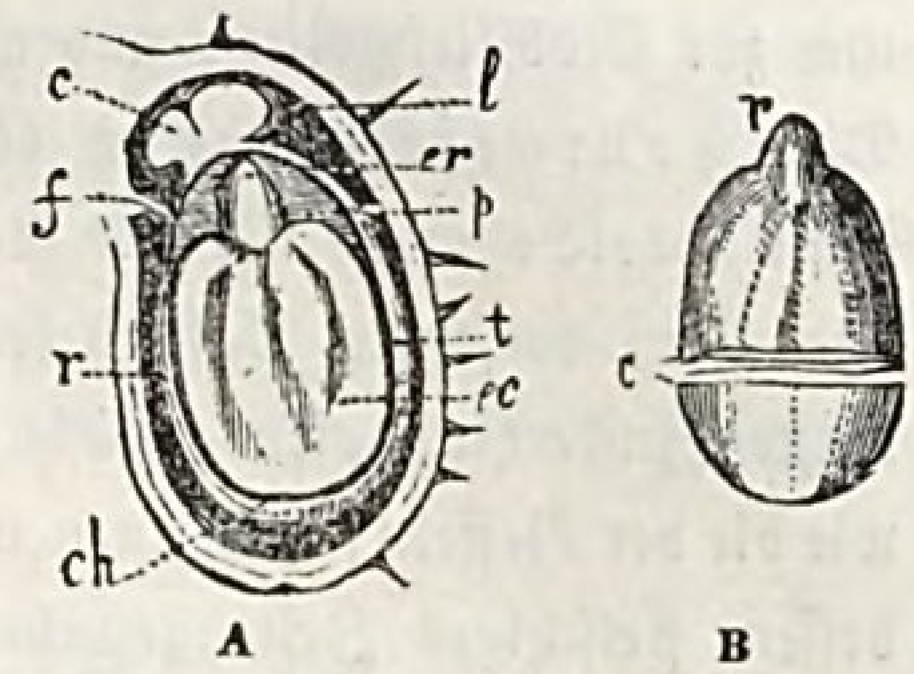


Fig. 756.
A Eines der Fruchtfächer des Wunderbaumes mit sammt dem Samenkorne, senkrecht durchschnitten; *l* Fruchtfach; *f* Nabelstrang; *r* Naht, in welcher der Nabelstrang der Samenknospe seitlich anliegt; *ch* Knospengrund; *t* Samendecke oben, bei *c*, zu einem von der Mikropyle durchbohrten Wulste angeschwollen; *p* Endosperm; *er* Axenorgan des Embryo; *ec* Cotyledonen desselben. — **B** Der Embryo, unten horizontal durchschnitten, um seine flach zusammengelegten Cotyledonen zu zeigen; *r* Axenorgan; *c* Cotyledonen.

Nabelstrange aufrecht herabhangen (Fig. 750). Bei der Reife springen die Früchte so auseinander, daß die Axe in der Mitte stehen bleibt (Fig. 751). Die Samen werden dabei von der Axe losgerissen, und wo der Nabelstrang derselben in jedes einzelne Fruchtfach eintrat, da hat dieses alsdann ein Loch (Fig. 752). Jedes Fach springt dann wieder der Länge nach auf, um den Samen ausfallen zu lassen (Fig. 753). Im Samen (Fig. 754) befindet sich ein beträchtliches öliges Endosperm und ein Embryo, welcher seine Wurzelspitze aufwärts kehrt und mit breiten blattartigen Cotyledonen versehen ist (Fig. 755). Die äußere Samendecke schwillt frühzeitig um die Mikropyle zu einem warzenartigen Wulste auf (Fig. 756), welcher Nabelwulst genannt wird. Bei den holzigen großen Fruchtkapseln des Sandbüchsenbaumes geschieht das Aufspringen mit solcher Kraft, daß ein heftiger Knall dasselbe begleitet und die Kapselstücke weit umher geschleudert werden.

Bei der Keimung des Samens der meisten Euphorbiaceen, zumal bei den gemeinen Euphorbien, bleiben die Cotyledonen in der Samenschale stecken, während sich das Würzelchen hinausstreckt und auch die Keimungsknospe sich zwischen ihnen hervordrängt.

Die meisten Pflanzen dieser Familie führen in ihren Milchsaftgefäßen (Fig. 262) einen milchweißen und scharfschmeckenden Saft, welcher bei den einen in gelinderem, bei den anderen in heftigerem Grade giftig wirkt. Dieses hindert indessen nicht, daß andere Theile derselben Pflanzen genießbar und oft sehr wohlthätig seien. Eine Euphorbia auf den Canarischen Inseln, deren Rinde in den Milchsaftgefäßen ein sehr wirksames Gift enthält, liefert in dem Safte, welcher nach Hinwegnahme der Rinde aus dem angeschnittenen Holzkörper fließt, ein klares, wässeriges, erfrischendes Getränk. Der Milchsaft ist reich an Kautschuk, getrocknet bildet derselbe von den Euphorbien das sogenannte Wolfsmilchharz oder Euphorbium, ein sehr ätzendes Arzneimittel. Der Kautschukbaum enthält vorzugsweise Kautschuk in seinem Milchsafte, und man gewinnt von demselben den größten Theil des amerikanischen Gummielasticum. Der Gummilackbaum (Croton lacciferum), ein kleiner Baum Ostindiens, enthält ein Harz, welches schon durch den Stich von Insekten aus allen Theilen hervorgelockt wird und unter dem Namen Gummilack, Körnerlack, Stocklack, Schellack, in verschiedenen Sorten im Handel zu uns kommt

und zur Mobilienpolitur und anderen Firnissen die wichtigsten Anwendungen findet. — Die Tournesolpflanze (Crossophora tinctoria) enthält die nämlichen Farbstoffe, welche man aus der Lackmusflechte (Seite 618) gewinnt, und ihr mit Kalk und Urin versetzter Saft liefert daher blauen Lackmus, mit welchem meistens das blaue Zuckerhutpapier gefärbt ist. Der Cassavestrauch, dessen Haare brennen, wie die der Nesseln, hat einen unterirdischen, bis 30 Pfund schweren, knolligen Stamm, dessen fleischiges Zellengewebe reichlich mit Stärkemehl erfüllt ist. Trotz des, den Knollen durchdringenden Giftsaftes, wird dieses Mehl gewonnen und bildet unter dem Namen Maniok, Mandiokka und Tapiokka ein allgemeines und wichtiges Nahrungsmittel der Südamerikaner, welches in neuerer Zeit auch in den europäischen Handel gekommen ist. Man bereitet dasselbe, indem man den zerriebenen Knollen auswäscht; die eingeborenen Brasilianer zerreiben denselben bloß und lassen ihn in Bast eingewickelt austräufeln, wobei sie den abtropfenden Saft zur Vergiftung ihrer Pfeile einsammeln (Fig. 757), und schließlich den zurückgebliebenen Brei durch Röstung zubereiten.



Fig. 757. Die Bereitung des Cassavabreies.

Das aus den Samen gewonnene Oel besitzt purgirende, erbrechenerregende und andere arzneiliche Eigenschaften, um derentwillen das Ricinusöl und das Krotonöl — vom ostindischen Purgirbaume (Croton tiglium) — gebräuchlich sind.

Das Holz der baumartigen Euphorbiaceen ist sehr schön. So liefert der westindische Manschenillebaum (Hippomane mancinella), dessen apfelähnliche Früchte höchst giftig sind, ein sehr schönes, in frischem Zustande freilich gefährliches Holz, der ostindische Blindbaum (Excoecaria agallocha), dessen Milchsaft die Holzfäller blind macht, wenn er in die Augen derselben spritzt, das köstliche Adler-, Paradies- oder Aloeholz. Das Holz des Buchsbaumes ist das schwerste und feinste aller europäischen Hölzer und von unendlicher Wichtigkeit, indem die ganze Holzschneidekunst so gut wie ausschließlich auf die Benutzung dieses Holzes angewiesen ist.

Die Familie der Rauschbeeren (Empetreæ), aus welcher nur eine einzige Art, die gemeine Rauschbeere (Empetrum nigrum), eine Torfmoorpflanze, in Deutschland vorkommt, sowie die der Pittosporeen (Pittosporeæ), der Pimpernußpflanzen (Staphylæaceæ) und die ganz tropische Familie der Hippocrateaceen (Hippocrateaceæ) sind nur wenig wichtig. Aus der Familie der Celastrineen (Celastrineæ) ist bei uns der seines feinen gelben Holzes wegen sehr schätzbare Spindelbaum einheimisch, dessen rosenrothe Früchte unter dem Namen der Pfaffenkäppchen bekannt sind. Diese Früchte bestehen aus drei bis vier Karpellen, deren

jedes ein Fruchtfach bildet, und haben eben so viele vorspringende Wulste. Innerhalb jedes Faches befindet sich ein in der Achsel des Karpells entspringendes Samenknöspchen, um welches sich nach der Befruchtung eine Samenhülle vom Nabelstrange her entwickelt (Fig. 758), welche mehr und mehr das Samenkorn umhüllt und es endlich ganz umschließt, so daß der reife weiße Samen in dem orangegelben, fleischigen Gewebe derselben ganz verborgen liegt.

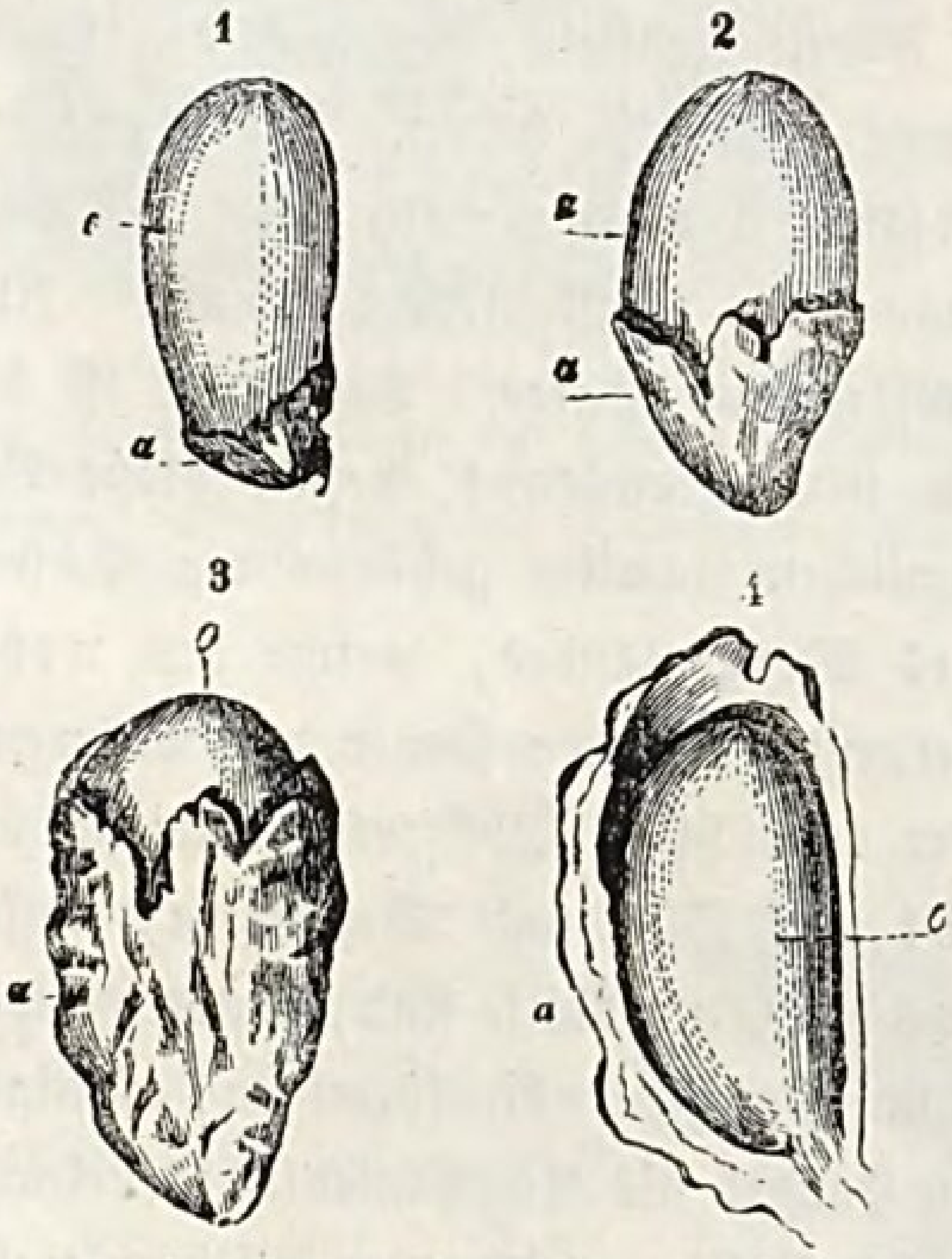


Fig. 758. Vergrößerte Darstellung der Entwicklung der Samenhülle um den Samen des Pfaffenkäppchens (Evonymus europæus). *

* 1 Erste Stufe der Entwicklung; 2, 3 weitere Stufen; 4 letzte Stufe, wo der Samen ganz eingehüllt ist. — • Samenknospe und Samen; a Samenhülle.

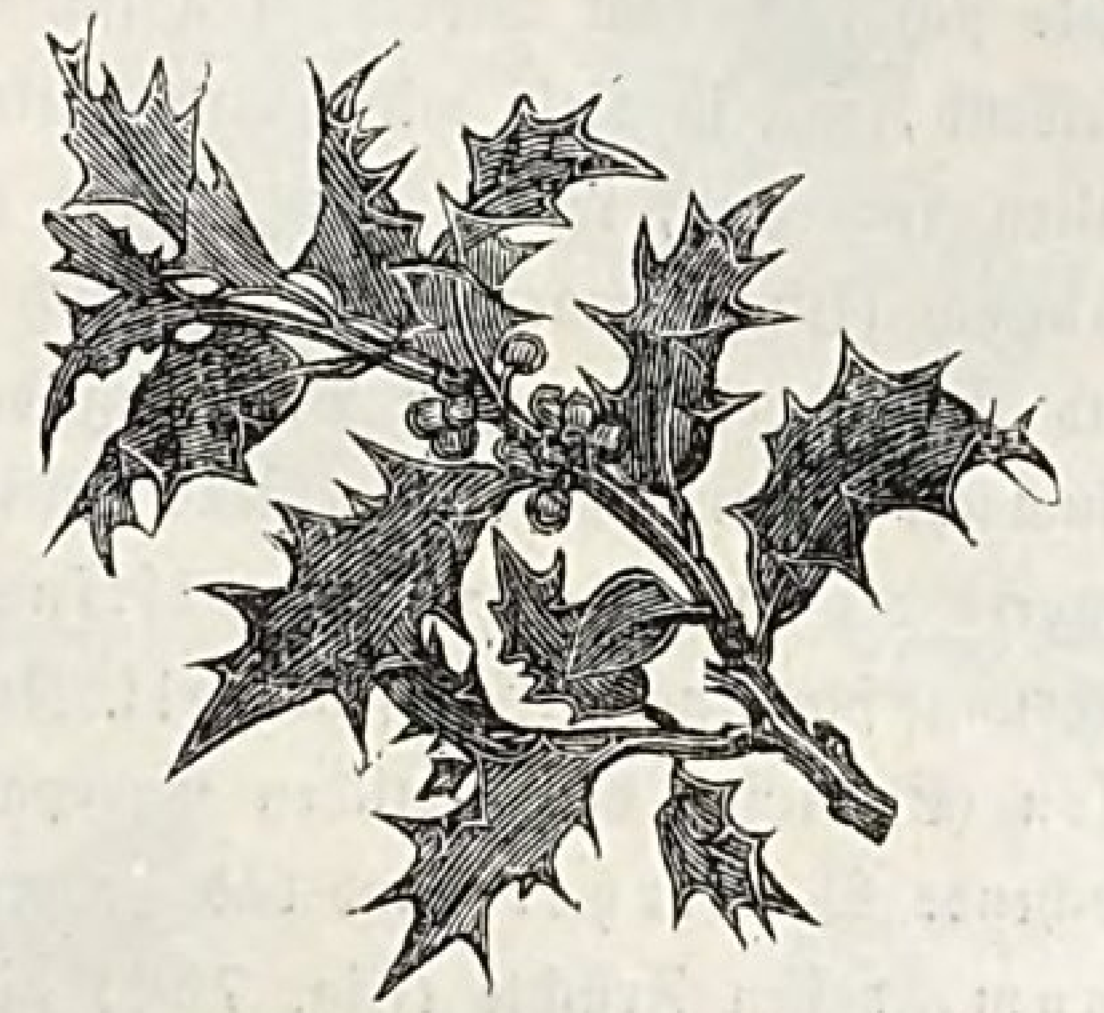


Fig. 759. Ein Zweig des gemeinen Hülsedornes (Ilex aquifolium), mit Früchten.

In der Familie der Aquifoliaceen (Aquifoliaceæ) ist außer dem immergrünen, mit lederigen, firnißglänzenden, am Rande buchtig stachellappigen Blättern versehenen Hülsedorne (Fig. 759) unserer Wälder, dessen Rinde den nämlichen klebrigen Stoff enthält, welcher in den Misteln (Seite 987) enthalten und nach diesen Viscin benannt worden ist, nur noch eine südamerikanische nahe verwandte Art zu nennen, der Paraguaitheestrauch (Ilex paraguaiensis), dessen Blätter den Paraguaithee, auch Matté, Cangunha oder Yerba genannt, liefern.

Aus der Familie der Kreuzdorne (Rhamneæ) ist der eigentliche Kreuzdorn (Rhamnus catharticus) hauptsächlich wegen seines Wuchses zu erwähnen, indem seine Triebe allemal mit einem Dorn endigen, welcher sich anstatt der Endknospe bildet, und welcher später durch Entwicklung der beiden nächsten Seitenknospen gleichsam achselständig erscheint; sodann der dornlose Faulbaum (Rhamnus frangula), wegen der Benutzung seiner ausgezeichnet feinen Kohle zur Bereitung des Schießpulvers auch Pulverbaum genannt, welcher eines der seltenen Beispiele einer europäischen Pflanze mit nackten, d. h. nicht von schuppenartigen Phyllodien bedeckten, Winterknospen darbietet, eine Erscheinung, welche im Allgemeinen eine Eigenthümlichkeit der tropischen Gewächse ist.

Vierundzwanzigste Ordnung.

Die Duftgewächse. Terebinthineæ.

Aetherische Oele, welche alle Organe durchdringen, besonders aber in den Blättern, Blüthen oder Früchten sich verrathen und duftende Balsamharze absetzen,

charakterisiren viele Mitglieder der Pflanzenfamilien, welche man aus diesem Grunde als Duftgewächse vereinigen kann.

Die Familie der Cassuvieen (Cassuvieæ) enthält die Sumache (Rhus), deren einige Ziersträucher bei uns angepflanzt werden und unter denen sich der sogenannte Perückenbaum (Rh. cotinus) dadurch auszeichnet, daß die Blüthenstiele sich nach dem Verblühen auffallend verlängern und, größtentheils unfruchtbar bleibend, sich in viele mit Haarbüscheln besetzte Fäden zerästeln, wodurch die Haarballen entstehen, welche den Namen des Baumes veranlaßt haben. Der Gerbersumach (Rh. coriaria) ist sehr reich an Gerbsäure und es werden Blätter, Holz und Rinde desselben zur Bereitung des Corduan- und Saffianleders benutzt. Alle Sumache haben scharfe, meistens giftige, Milchsäfte und Harze. Berüchtigt ist besonders der nordamerikanische Giftsumach (Rh. toxicodendron), dessen bloße Berührung schon gefährlich sein soll. Zu der nämlichen Familie gehören die Pistazien (Pistacia) des südlichen Europas und des Morgenlandes, welche das wohlriechende Mastixharz und das „cyprische" Terpentin liefern; ferner der Mangobaum, dessen Früchte (Fig. 760) als eine der köstlichsten Obstsorten Indiens betrachtet werden; der Akajubaum (Fig. 761) in Ost- und Westindien, dessen Früchte nierenförmige, mit brennendem Oele durchdrungene Nüsse sind, unter welchen aber die Blüthenstiele zu viel dickeren, hühnereigroßen, birnförmigen, saftigen Fleischmassen anschwellen, welche eßbar und im Handel als Elephantenläuse bekannt sind; endlich der otaheitische Moabinbaum (Fig. 762), welchen man seiner trefflichen, herrlich goldgelben Früchte wegen in Mittelamerika vielfach anpflanzt. Nahe verwandt ist die ganz tropische Familie der Connaraceen (Connaraceæ), welche keine wichtige Gewächse enthält. In der Familie der Amyrideen (Amyrideæ) stehen die Bäume, von welchen das Elemibalsamharz, das Myrrhen-, Mekka- und Weihrauchbalsamharz gewonnen werden (Amyris, Balsamodendron, Boswellia u. s. w.).

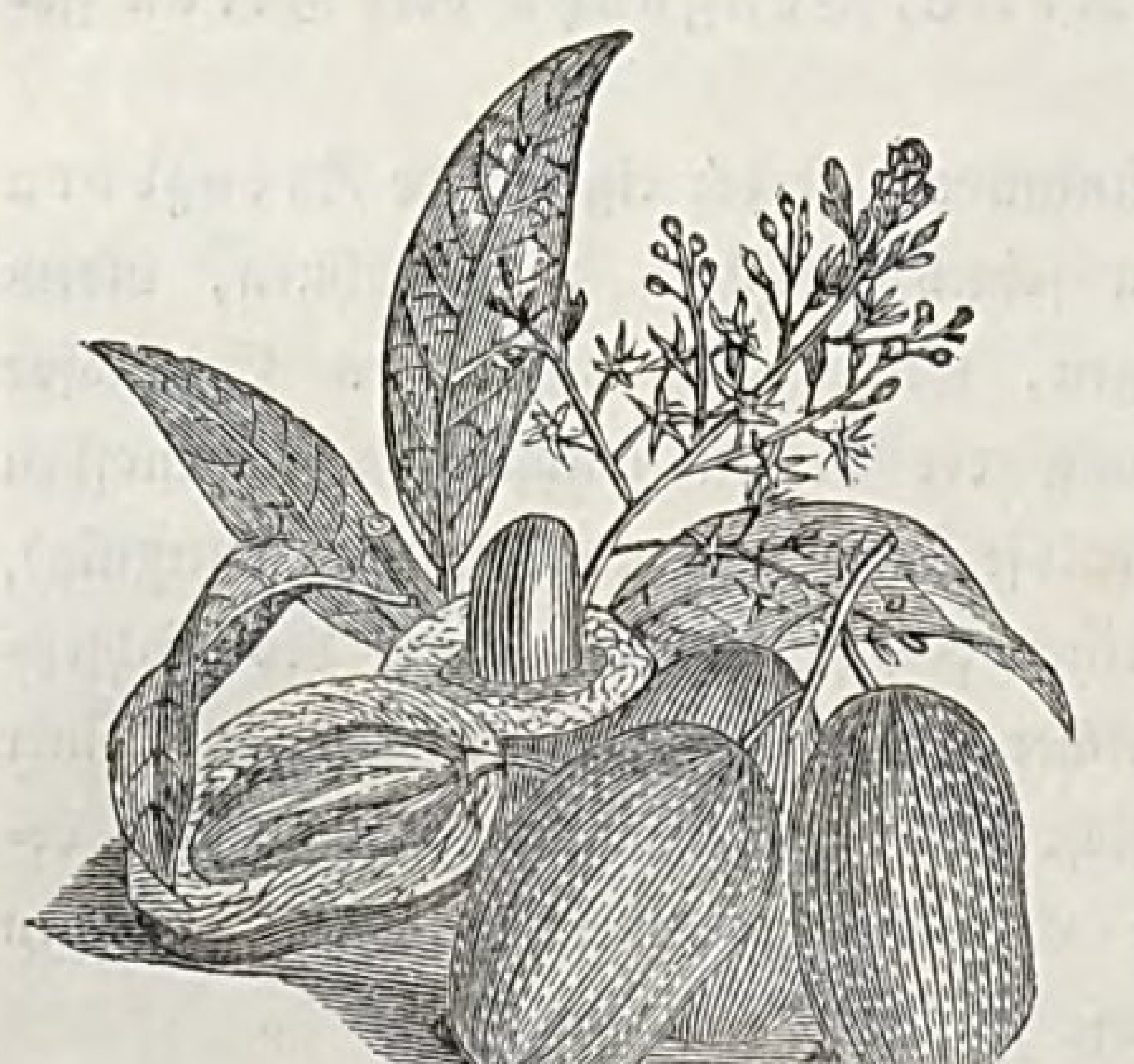


Fig. 760. Ein Zweig des Mangobaumes (Mangifera indica) mit Blättern und Blüthen; dabei reife Mangobirnen, ganz und durchschnitten.



Fig. 761. Ein Zweig des Akajubaumes (Anacardium occidentale), mit Blättern, Blüthen und Früchten, sogenannten „Elephantenläusen."

Die Familie der Hesperidenbäume (Aurantiaceæ) ist diejenige, welche dem Südeuropäer die schönen „goldenen Früchte" trägt, welche in dem herrlichen dunkeln, immergrünen Laube glühen, die Citronen (Fig. 763) und Orangen (Fig. 764).

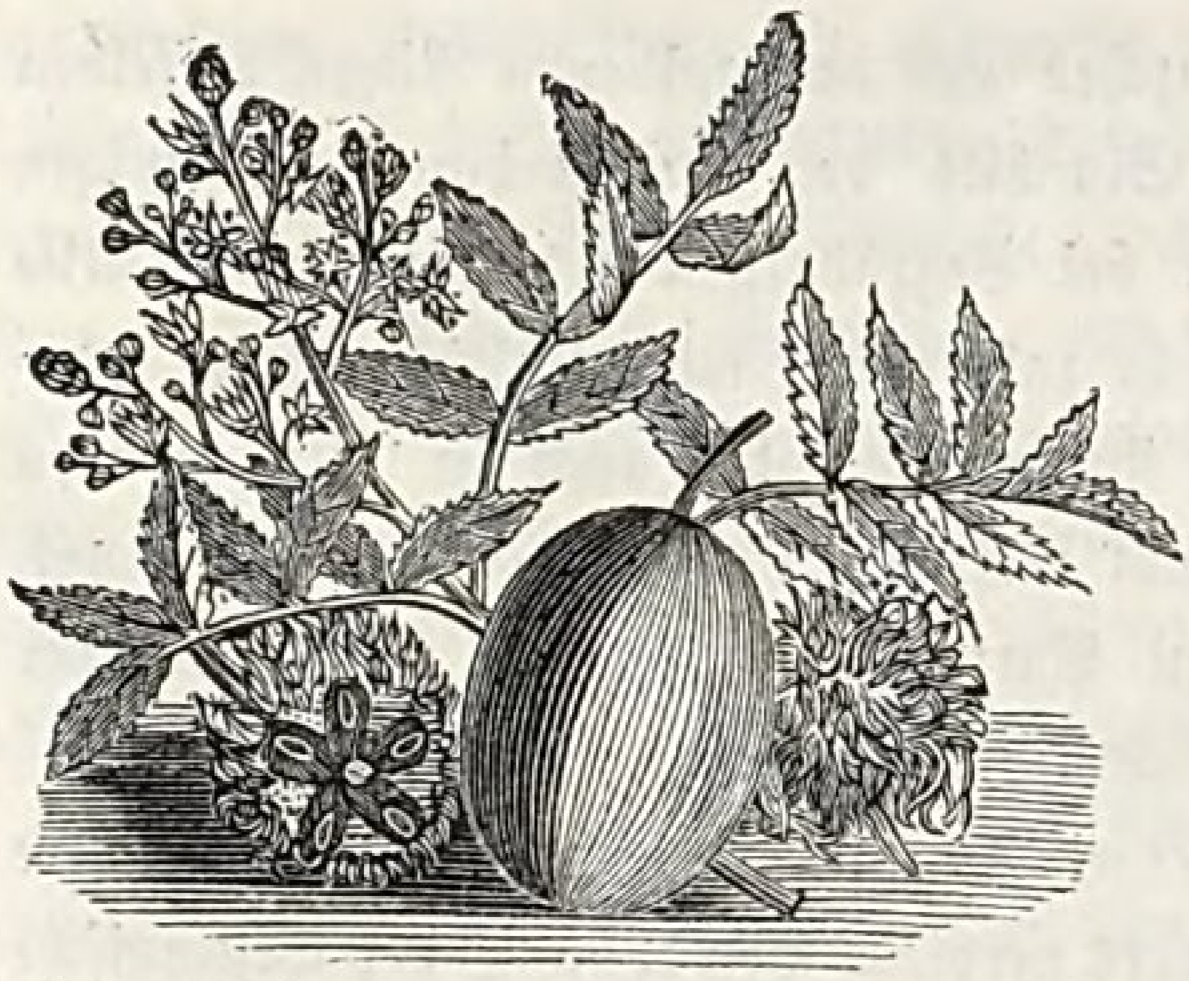


Fig. 762. Ein Zweig des otaheitischen Moabinbaumes (Spondias cytherea) mit gefiederten Blättern, Blüthen, reifer Frucht, der sogenannten „Moabinpflaume," und den aus solchen genommenen, mit Fasern bedeckten, die Samen enthaltenden Steinkernen.

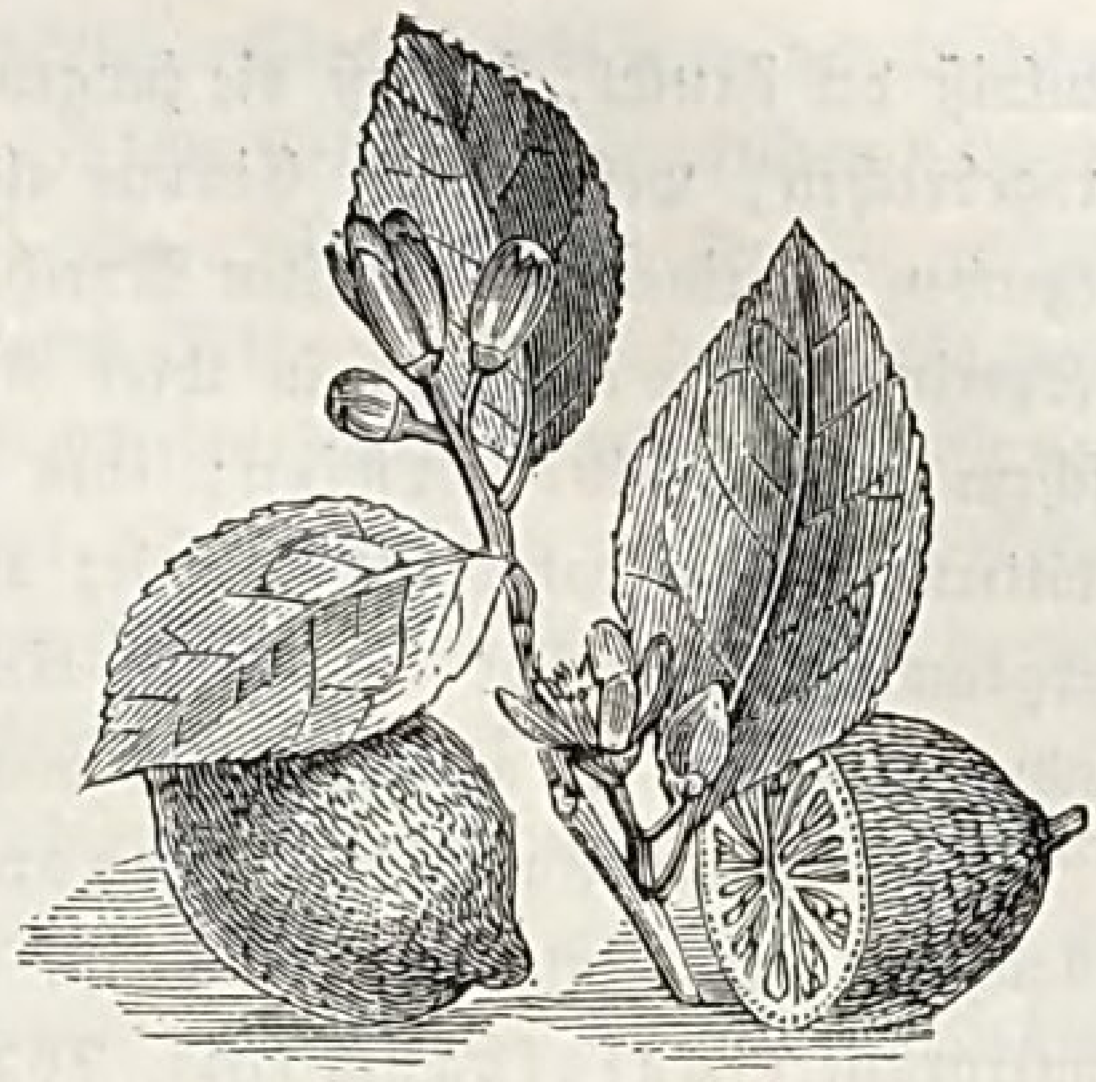


Fig. 763. Ein Zweig des Citronenbaumes (Citrus media) mit Blättern und Blüthen, nebst einer ganzen und einer horizontal durchschnittenen Citrone.

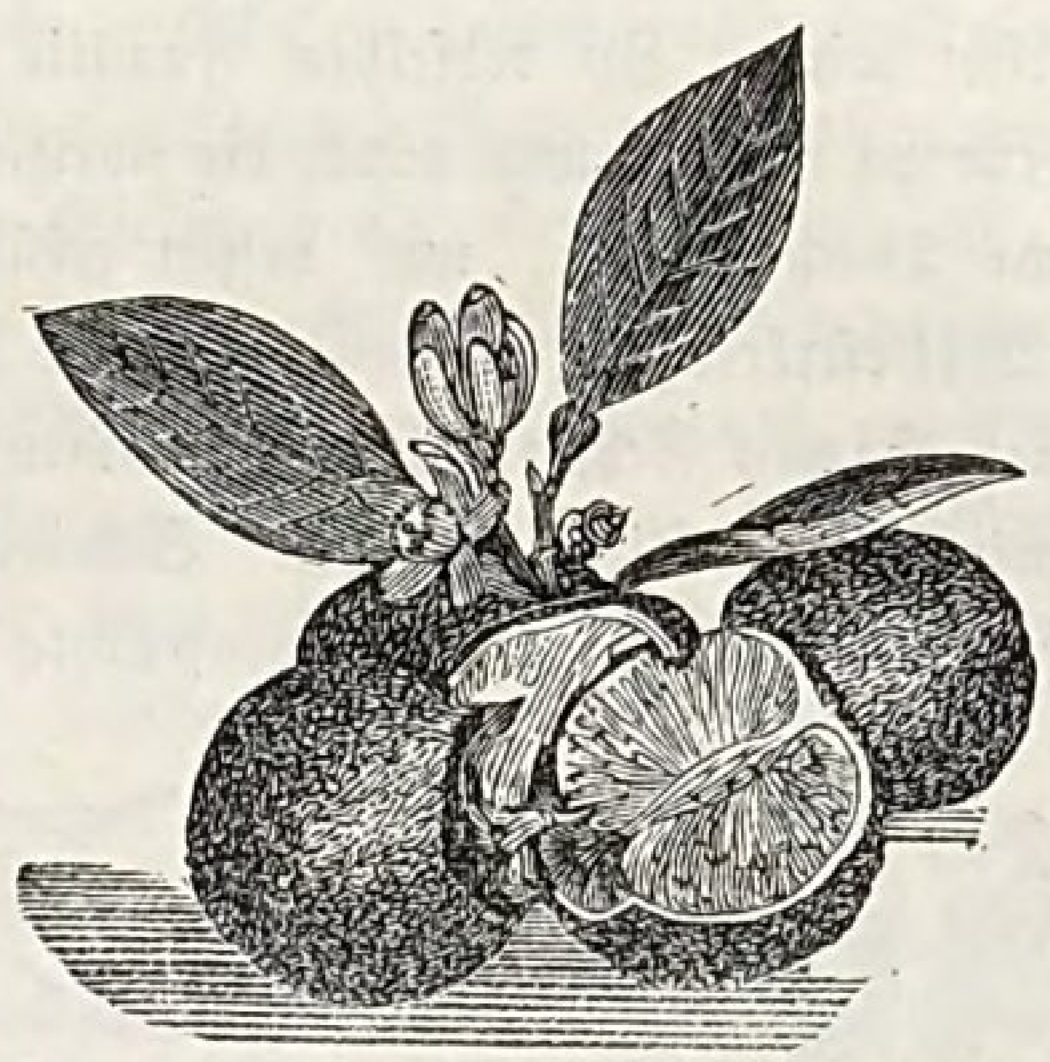


Fig. 764. Ein Zweig des Orangebaumes (Citrus aurantium), mit Blättern und Blüthen, nebst reifen Orangen, deren eine senkrecht durchschnitten ist.

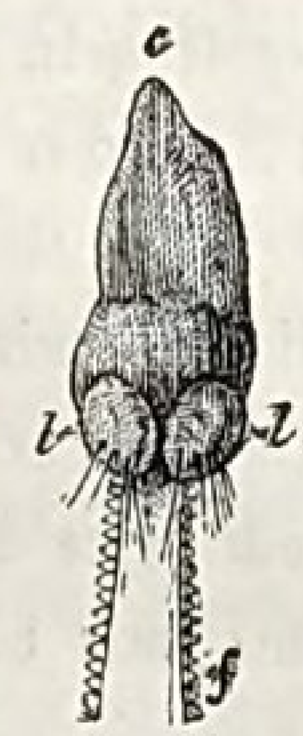


Fig. 764 bis. Ein Staubfaden der duftenden Humiria (Humiria balsamifera), vergrößert. *

* f Filament, an beiden Rändern mit drüsigen Zellen gezähnelt; l l Antherenfächer; c eigenthümlich ausgewachsenes Connektiv.

Ihre Blüthen besitzen meistens fünf grüne Kelchblättchen, fünf weiße Kronenblätter, welche am Grunde ein wenig mit den zahlreichen Staubfäden zu einer hypogynischen, duftenden Honigsaft aussondernden Scheibe verwachsen sind. Auch die Staubfäden sind reich an Nektardrüsen, in denen zugleich duftendes ätherisches Oel enthalten ist (Fig. 764 bis). Der Fruchtknoten ist von 6—12 Karpellen gebildet, deren Griffeltheile gänzlich vereinigt sind. In jedem Fache stehen mehrere Samenknospen. Bei der Reife ist die Frucht eine fleischige Beere, deren saftreicher Fruchtbrei aus der inneren Schicht der Karpelle, besonders aus den drüsigen Zellen, welche dieselbe innerlich auskleiden, gebildet wird. Man nennt eine solche Frucht „Hesperidenfrucht". Das Geschlecht der Citronenbäume (Citrus) enthält in Europa zwei Gattungen, den eigentlichen Citronenbaum (C. media) und den Orangenbaum (C. aurantium), welche aber beide durch die Cultur zu vielen Varietäten, besonders der Frucht, ausgeartet sind. Von ersterem kommen die Citronen, die Limonen und die Limetten, von letzterem die (unreif eingesammelten) Pommeranzen, die süßen und bitteren Orangen und die Apfelsinen. Die Säure dieser Früchte ist eine eigenthümliche, nach der Frucht, in welcher sie hauptsächlich reichlich vorkommt, Citronensäure benannte Substanz ($= C^4 H^4 O^4$), wichtig wegen ihrer Anwendung in der Färberei. Auch von Citronen und Orangen hat man samenlose Varietäten durch die Cultur erzogen. Die Samen der Citrone enthalten fast regelmäßig mehrere Embryonen, indem, ähnlich wie bei manchen Coniferen (Seite 741), mehrere Corpuskula des Keimsäckchens befruchtet werden. Aus jedem derselben gehen daher auch mehrere Pflänzchen hervor. Diese Samen keimen gar nicht selten vor der

Fäulniß der Frucht, so daß die jungen Pflänzchen aus der goldenen Rinde derselben hervorbrechen, weßhalb die Citrone als ein Sinnbild der Auferstehung, in einigen Gegenden mit einem eingesteckten Myrthenreis, bei Begräbnissen gebräuchlich ist. Alle Hesperidenfrüchte enthalten in ihrer Rinde sehr zahlreiche, mit wohlriechendem ätherischem Oele erfüllte Drüsen; eben solche finden sich aber auch in allen grünen Blättern, welche daher als Gewürz angewandt werden. Diese Oele — Citronenöl, Bergamottöl, Neroliöl — werden vielfach zu Parfümerien benutzt. Das Holz der Hesperidenbäume ist gelblich, fein und trefflich zu bearbeiten.

Auch in der Familie der Zygophylleen (Zygophylleæ) treffen wir mehrere Pflanzen, deren Holz sehr gesucht ist. Besonders verdient Erwähnung der westindische immergrüne Guajakbaum (Fig. 765), dessen Rinde und Harz arzneilich gebräuchlich sind, und dessen Holz, das sehr schwere, im Wasser untersinkende, dunkelgrün graue Pockholz oder Franzosenholz, aromatisch duftet und vielfach, besonders zu Kegelkugeln, verarbeitet wird. Zu derselben Familie ist der Burzeldorn zu stellen, welcher in Südeuropa wächst und durch die zweizeilig abwechselnde Stellung seiner Aeste eine seltsame Tracht erhält, und dessen Früchte, bekannt wegen ihrer Aehnlichkeit mit einem Malteserkreuze, in den einzelnen Fächern gegen die Fruchtreife zwischen den einzelnen Samen Scheidewände bekommen, von welchen zur Blüthezeit noch keine Spur bemerkbar ist. Diese „falschen" Scheidewände sind nichts anderes, als eine mit der Fruchtbreibildung der Hesperidenfrüchte vergleichbare Entwicklung



Fig. 765. Ein Zweig des Guajak- oder Franzosenholzbaumes (Guajacum officinale), nebst Frucht.

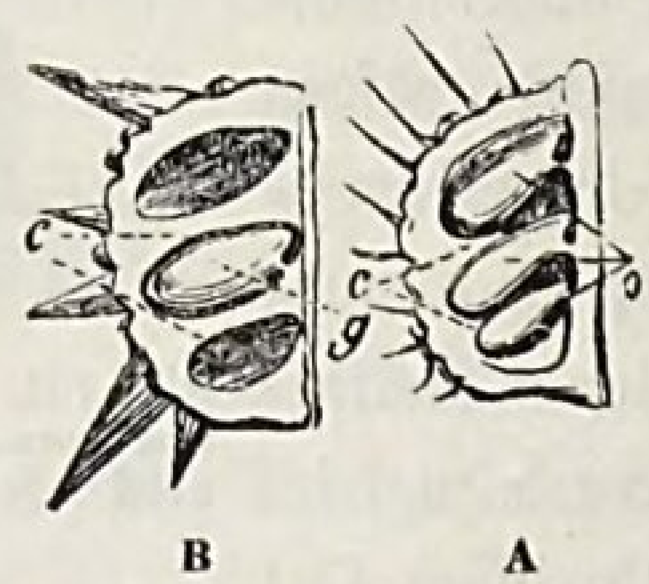


Fig. 766. Die Bildung der falschen Scheidewände in den Fruchtfächern des Burzelbornes (Tribulus terrestris). *

* A Ein Fruchtfach, senkrecht durchschnitten kurz nach der Blüthezeit; c Fruchtfach mit einspringenden Leisten, welche anfangen, sich zwischen die Samenknospen o zu legen. — B Dasselbe bei der Fruchtreife; c Scheidewände zwischen den Fächern; g ein Samenkorn, im mittelsten Fache zurückgelassen.

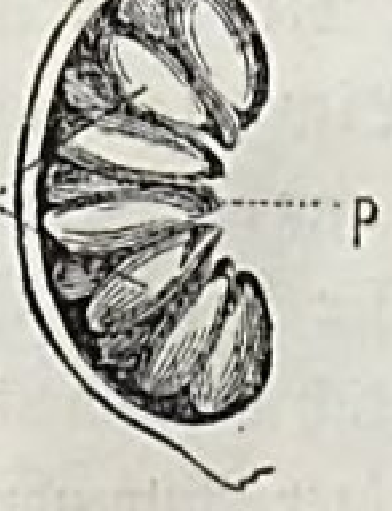


Fig. 769.
Senkrechter Durchschnitt eines Faches der Frucht von der gemeinen Harmelraute (Peganum harmala), vergrößert. *

* s Grund des Griffels; o Samenknospen; p Anschwellung des Samenträgers durch den Ursprung der vielen Nabelstränge der Knospen.

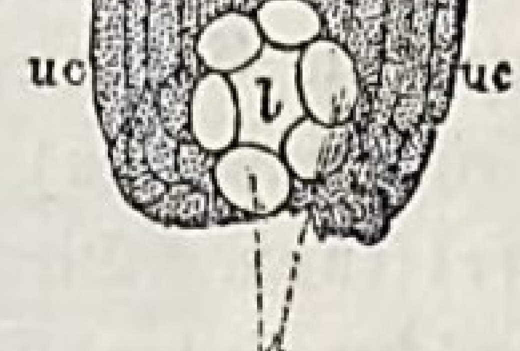


Fig. 768. Eine blasenartige Drüse aus dem Blatte der Weinraute (Ruta graveolens), vergrößert. *

* e Oberhautzellenschicht, welche über der Drüse eingesenkt ist; uc Zellen des Blattparenchyms, mit Chlorophyll gefüllt; g die Drüsenzellen, welche eine Gruppe bilden, innerhalb deren sich das ätherische Oel in einem blasenartigen Raume, l, angesammelt hat.

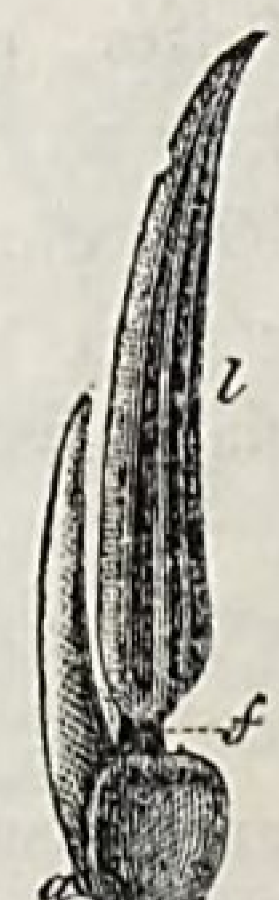


Fig. 767. Ein Staubfaden des bohnenartigen Doppelblattes (Zygophyllum fabago), vergrößert. *

* a Der untere Theil des Filamentes mit einem hornartigen Anhängsel; f der obere Theil des Filamentes, welcher die Antherenfächer l trägt.

der inneren Zellenschicht der Karpelle (Fig. 766). Die Staubfäden der Blüthen dieser Familie und der folgenden Familie der Simarubeen (Simarubeæ) tragen an ihren Filamenten eigenthümliche Anhängsel (Fig. 767). Letztere Familie enthält keine bemerkenswerthere Gewächse, als den surinamischen Quassiabaum (Quassia amara), dessen Holz von einem unvergleichlich bitteren Stoffe durchdrungen ist und daher nicht allein von keinem Insekte bewohnt wird, sondern auch als Gift für solche Anwendung findet. Noch unbedeutender ist die Familie der Ochnaceen (Ochnaceæ), welche, wie jene, ganz den tropischen Gegenden angehört.

Die Familie der Rautengewächse (Rutaceae) ist in unsern Küchengärten vertreten durch die Gewürz- oder Weinraute, welche in allen Theilen reich ist an ätherischem Oele, welches in großen Drüsen ausgesondert ist. Diese Drüsen können, nebst denen der Hesperidenbäume, als Beispiele für den Bau solcher Aussonderungsorgane dienen, welche nicht aus der Haut hervorragen (Fig. 768). Die drei- bis fünffächerige Frucht enthält in jedem Fache zahlreiche Samen, welche sehr nahe zusammen an dem Samenträger entspringen, dessen mittlerer Theil dabei angeschwollen erscheint. Die Stellung der Samenknospen ist bei solcher Gruppirung eine sehr verschiedene (Fig. 769). Für beide letzt erwähnte Verhältnisse bietet die Familie der Diosmeen (Diosmeæ) aufklärende und erweiternde Belege dar. Der als Gartenzierpflanze häufige gemeine Diptam, dessen fünffächeriger Fruchtknoten auf einer verlängerten Axe innerhalb der Blüthe steht, zeigt deutlich durch eine Höhlung in der Mittelaxe zwischen seinen Fruchtfächern, daß der Samenträger hier nicht die direkte Fortsetzung der Blüthenaxe ist, sondern daß jedes Karpell einen besonderen achselständigen Samenträger haben muß (Fig. 770). Die Drüsen dieser sehr stark duftenden Pflanze bilden den vollkommensten Uebergang von haarförmigen zu blasenförmigen Drüsen (Fig. 771) und sind so mit ätherischem Oele erfüllt, daß die ganze Pflanze bei Annäherung eines brennenden Zündhölzchens eine hoch auflodernde Flamme gibt.

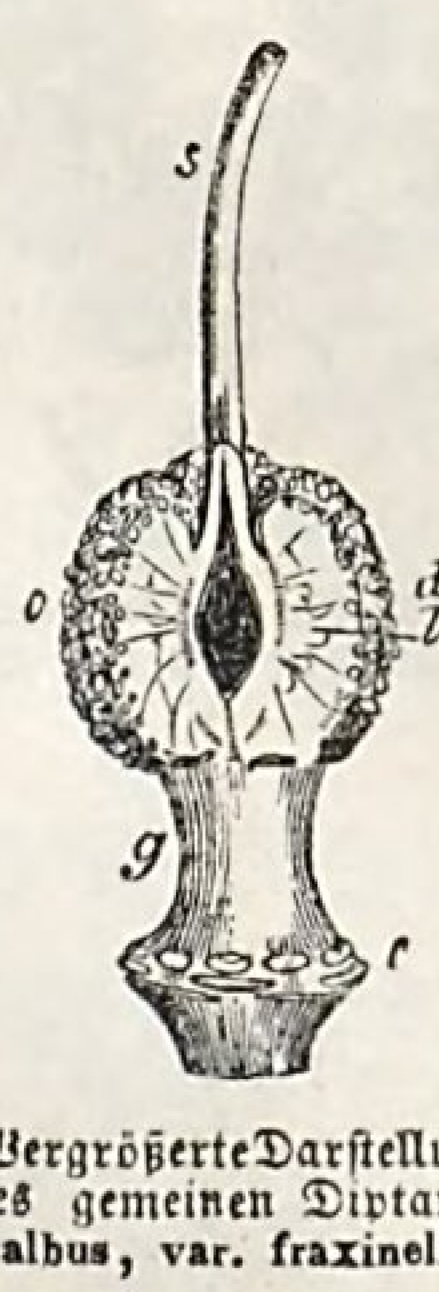


Fig. 770. Vergrößerte Darstellung des Fruchtknotens des gemeinen Diptam (**Dictamnus albus, var. fraxinella**). *

* c Narben an der Blüthenaxe, welche den Standpunkt der hinweggenommenen Kelch- und Kronenblätter bezeichnen; *g* Verlängerung der Blüthenaxe über diesem Punkte; o Fruchtknoten, von dessen fünf Fächern zwei weggenommen sind, um die Hohlheit der Axe zu zeigen; *d* Rückenfläche der Fruchtfächer; *l* Seitenfläche, welche sichtbar geworden ist; *s* der Griffel, welcher durch nichts äußerlich verräth, daß derselbe aus der Vereinigung von fünf Griffeln besteht.

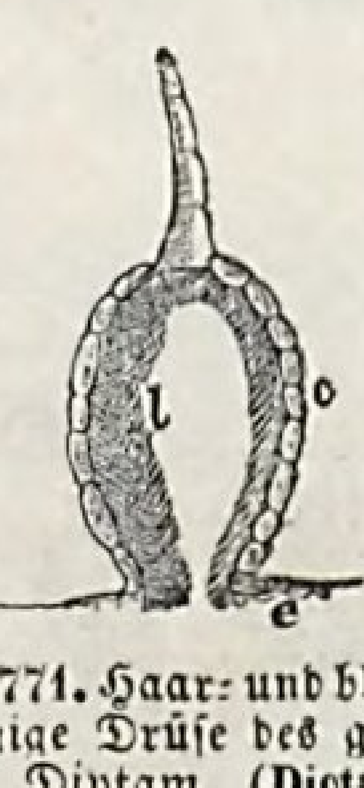


Fig. 771. Haar- und blasenförmige Drüse des gemeinen Diptam (**Dictamnus albus**), vergrößert, im senkrechten Durchschnitt. *

* *e* Oberhautzellen; *l* Blasenhöhlung mit grünlichem, ätherischem Oele erfüllt; *c* Zellen, welche die Wandung bilden, mit rothem Safte erfüllt.



Fig. 772. Das Pistill der Blüthe des eschenartigen Gelbholz- oder Zahnwehholzbaumes (**Xanthoxylon fraxineum**). *

* *c* Narben von den hinweggenommenen Kelch- und Kronenblättern; *g* angeschwollene Verlängerung der Blüthenaxe über jenem Punkte; *o* Fruchtknoten, getrennt, obwohl nahe zusammengedrängt; *s* die fünf Griffel.

Der nordamerikanische Zahnwehholzbaum, ein Mitglied der Familie der Xanthoxyleen (Xanthoxyleæ) vollendet die Verdeutlichung der Fruchtbildung der letzten Familien. Hier ist der Fruchtknoten fünffach, indem die fünf Karpelle getrennt bleiben und jedes seinen eigenen Griffel trägt (Fig. 772).

Die Familie der Cedreleen (Cedreleæ) enthält mehrere Bäume, welche die ausgezeichnetsten Mobilienhölzer liefern. Es gehört dahin der Mahagonibaum (Fig. 773) Westindiens, dessen rothbraunes Holz dem Wurmfraße nicht ausgesetzt und daher zu Mobilien allgemein, seiner Kostbarkeit wegen freilich gewöhnlich nur in dünnen Fournierblättern als äußere Belegung, angewandt wird; ferner der Cedrelabaum (Cedrela febrifuga), dessen Holz als „ostindisches Mahagoni" in den Handel kommt, und der bengalische Chloroxylon (Fig. 774), dessen Holz tiefgelb, übrigens dem Mahagoni sehr ähnlich ist. Die Blüthen dieser Bäume stehen in Trauben und bieten so manche Aehnlichkeiten mit den Verhältnissen der Rebengewächse dar, daß man sie auch mit jenen in eine gemeinsame Ordnung stellen kann. Die Früchte der Cedreleen sind holzige Kapseln, innerhalb deren sich zwischen den Reihen der Samenknospen Scheidewände befinden, welche indessen nicht als einwärts gebogene und so mit dem Mittelsäulchen verwachsene Ränder der Karpelle betrachtet werden müssen, sondern als Leisten, welche aus dem Mittelsäulchen selbst hervorgehen. Man überzeugt sich davon bei der Beobachtung der Weise, in welcher die Früchte



Fig. 773. Ein Zweig des Mahagonibaumes (Swietenia mahagoni), mit Blättern und Blüthen.



Fig. 774. Ein Zweig des Chloroxylonbaumes (Swietenia chloroxylon), mit Blättern und Blüthen.

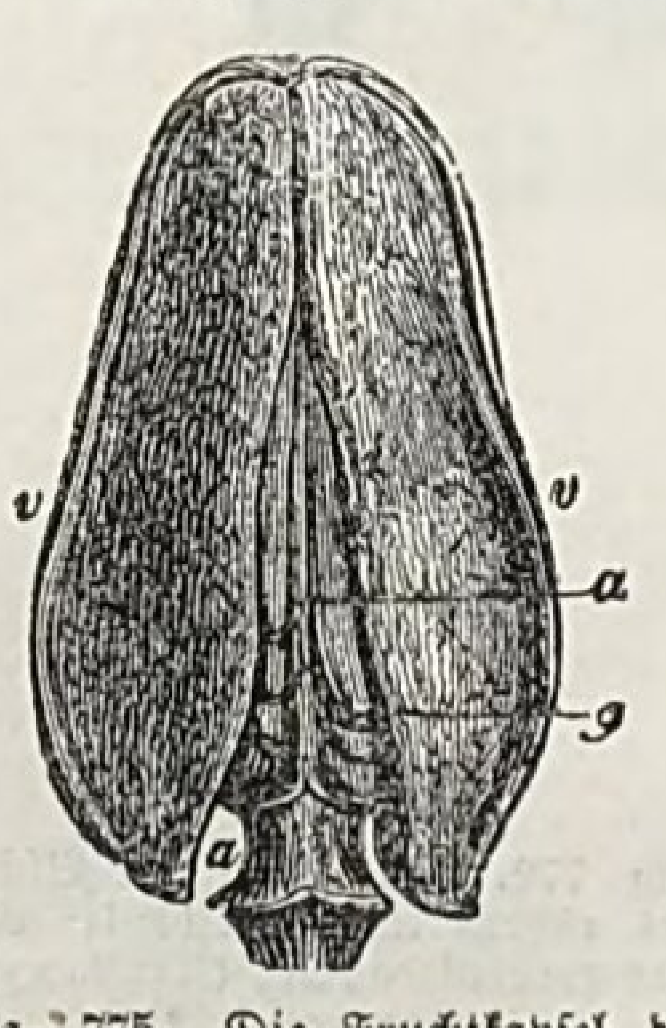


Fig. 775. Die Fruchtkapsel des Mahagonibaumes (Swietenia mahagoni), unten aufspringend. *

* a Mittelsäulchen; c Scheidewände, welche als Längsleisten desselben erscheinen; vv die losgesprungenen Karpelle; g Samen, in Reihen zwischen den Scheidewänden stehend.



Fig. 776. Die Fruchtkapsel eines Cedrelabaumes (Cedrela angustifolia), oben aufspringend. *

* v Karpelle; a Mittelsäulchen; c Scheidewände, welche Längsleisten am Mittelsäulchen bilden, zwischen denen die Samen g stehen.



Fig. 777. Senkrechter Durchschnitt des Embryo der guianischen Carapa (Carapa guianensis), vergrößert. *

* r Axenorgan, nach oben gekehrt; g Keimungsknöspchen; c Nahtlinie, welche die Trennung der Cotyledonen verräth.

aufspringen, indem sich die Klappen, entweder am unteren (Fig. 775) oder am oberen (Fig. 776) Ende losreißen und dabei die Scheidewände keineswegs mit sich nehmen, sondern es bleiben letztere mit dem Mittelsäulchen verbunden. Die Samen sind geflügelt.

Auch die Familie der Melicaceen (Melicaceæ) theilt die verschiedenen Verwandtschaften der Duftgewächse und der Rebengewächse. Der Zedrach oder Paternosterstrauch (Melica azedarach) repräsentirt dieselbe als Zierstrauch in vielen Gärten. Mehrere mit demselben nahe verwandte, aber wenig wichtige Pflanzen zeigen in ihren Blüthen alle Uebergänge von den Kronenblättern zu Nektarien und Staubfäden, so daß sie in dieser Hinsicht belehrend sind. Interessant ist die Bildung des Samenembryo bei einer dieser Gattungen, der guianischen Carapa (Fig. 777), indem die beiden Cotyledonen desselben so mit einander vereinigt sind, daß man nur einen kreiselförmigen Körper bemerkt, auf dessen Durchschnitt kaum eine Spur der ungleichen Theilung in zwei Hälften zu erkennen ist.

Fünfundzwanzigste Ordnung.

Die Rosenblüthler. Rosifloræ.

Die allbekannte Blüthenform der wilden Rose (Rosa canina, Fig. 778) ist einer Anzahl von Pflanzenfamilien gemeinsam, welche auch im Uebrigen mannigfache Verwandtschaft mit derjenigen Familie besitzen, zu welcher die Rosen selbst gerechnet werden, und welche man daher die der Rosengewächse (Rosaceæ) nennt. Fünf unvereinigte und dann mit Nebenblättchen versehene, oder am unteren Theile vereinigte Kelchblätter und fünf, mit diesen abwechselnde unvereinigte Kronenblätter charakterisiren jene Blüthenform in Verbindung mit einer meistens sehr großen Zahl von Staubfäden und von Fruchtknoten. Dabei kann die Form der Blüthenaxe eine sehr verschiedene sein, und bei den eigentlichen Rosaceen selber finden sich in dieser Beziehung schon die größten Gegensätze, indem bei den einen, wie bei den Erdbeeren, die Blüthenaxe als ein kegelförmiges Polster, ähnlich wie bei den Ranunkeln, in der Mitte der Blüthe hervortritt, bei den andern, wie bei den Rosen, dagegen gerade der



Fig. 778. Die Blüthe der wilden Heckenrose (Rosa rubiginosa). *

* *b* Ein Deckblatt; *ct* hohle Wölbung der Blüthenaxe unter der Blüthe; *cf* Kelchblätter; *p* Kronenblätter.

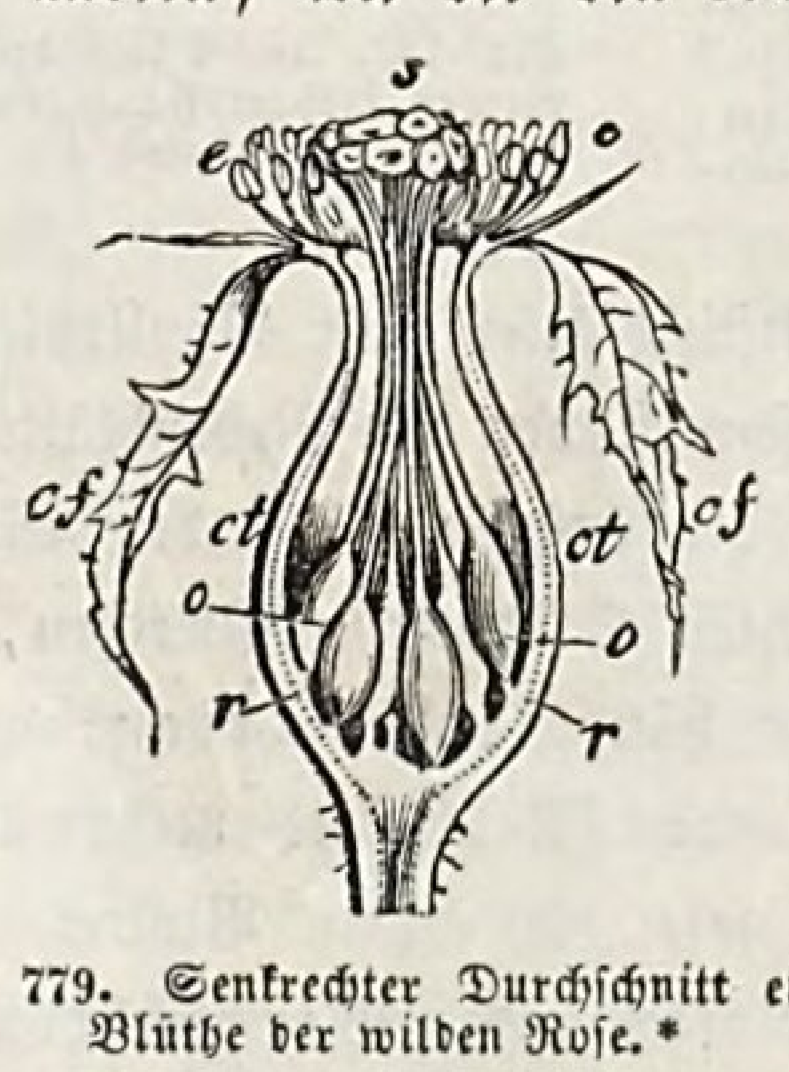


Fig. 779. Senkrechter Durchschnitt einer Blüthe der wilden Rose. *

* *rr* Die hohlvertiefte und dabei bauchig gewölbte Blüthenaxe; *ct* derjenige Theil, welchen man leicht für einen hypogynischen Fruchtknoten halten könnte; *cf* Kelchblätter; *p* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *o* Fruchtknoten; *s* Griffel derselben.

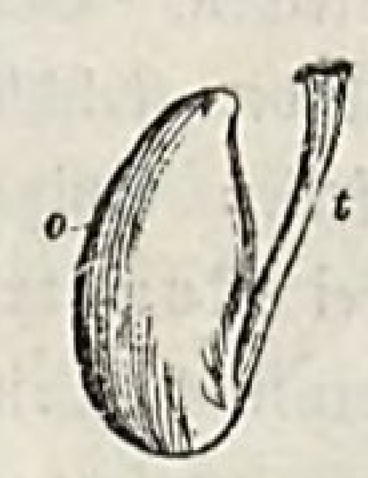


Fig. 780. Ein Fruchtknoten *o*, von dem Blüthenboden der Erdbeerpflanze (Fragraria vesca) genommen, aus einem enizigen Karpelle gebildet und den Griffel *t* als rückenständige Granne tragend. Zwanzigfach vergrößert.

umgekehrte Fall eintritt. Hier erreicht nämlich derjenige Theil der Blüthenaxe, an welchem die Kelch= und Kronenblätter, sowie die Staubfäden befestigt sind, eine längere Ausbildung, als der die Karpelle tragende Gipfel, und so wird der Blüthenboden, anstatt erhaben zu sein, vertieft und trägt dabei die Fruchtknoten gerade in seinem tiefsten Theile (Fig. 779). Trotz dieser eigenthümlichen Stellung und völligen Trennung der Fruchtknoten sind doch bei einigen Rosen, z. B. bei der niederliegenden Heckenrose (Rosa repens) die Griffel mit einander verwachsen. In Beziehung auf die Griffel zeigen die Rosaceen auch anderweitig die größte Mannigfaltigkeit. So ist derselbe bei den kleinen Fruchtknoten, welche den kegelförmigen Blüthenboden der Erdbeere bedecken, nicht auf dem Gipfel eingefügt, sondern ganz unten auf dem Rücken (Fig. 780), eine Stellung, welche geeignet ist, uns an die rückenständige Granne der Grasspelzen (Seite 827) zu erinnern. — Die Blätter der Rosaceen sind meistens zusammengesetzt, gefiedert (Fig. 781) oder handförmig getheilt (Fig. 782) und an ihrem Grunde mit Nebenblättchen versehen, welche an dem Blattstiele Oehrchen zu bilden pflegen. Bei denjenigen Geschlechtern, deren Blütbenaxe kegelförmig in der Blüthe hervorragt, stehen am Grunde der fünf Kelchblätter je zwei Nebenblättchen, welche jedoch nicht selten, sowie sie paarweise benachbart sind, zusammenwachsen und, dadurch zur Fünfzahl zurückgeführt, gleichsam einen **Nebenkelch** oder zweiten Kelchquirl darstellen, dessen Blätter mit den eigentlichen Kelchblättern abwechselnd stehen (Fig. 783). Man sieht zugleich hieraus, daß die Kelchblätter der

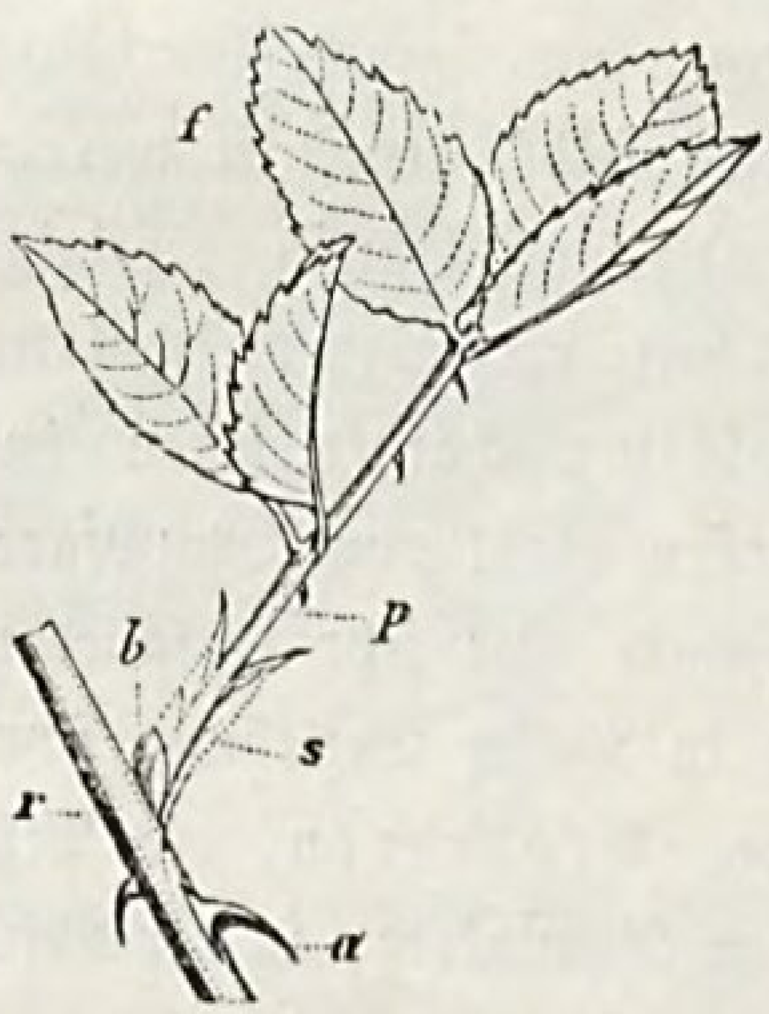


Fig. 781. Ein Rosenblatt mit dem Theile des Zweiges, an welchem es steht. *

* r Zweig; a Stachel; f Blatt; p der Blattstiel; s Nebenblättchen (stipulæ); b Achselknospe.

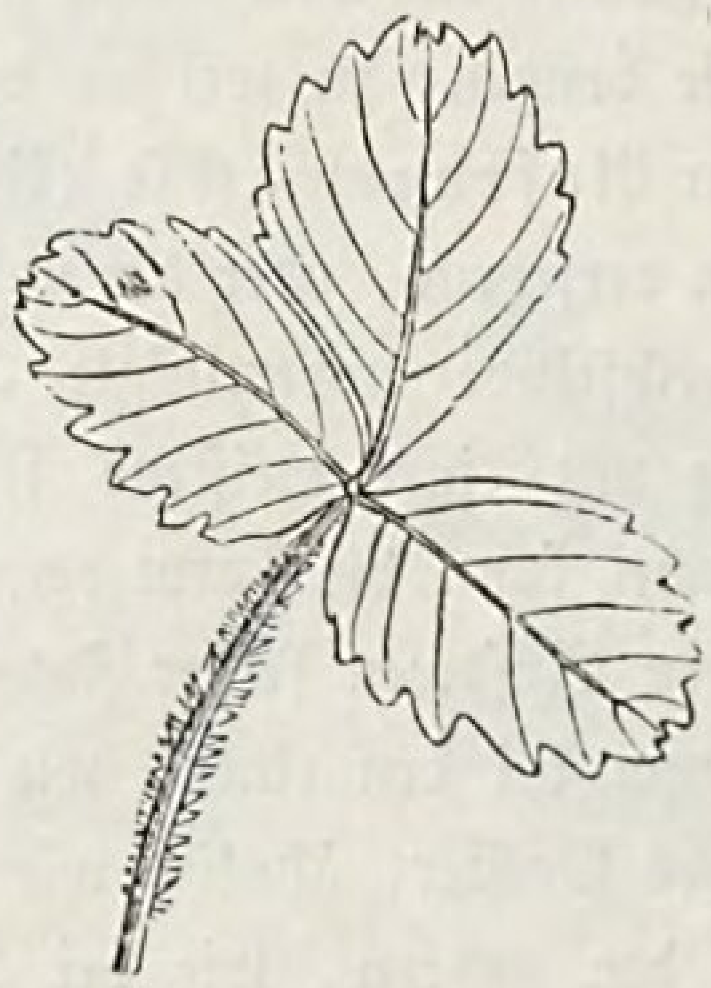


Fig. 782. Ein Blatt der gemeinen Erdbeerpflanze (Fragraria vesca).

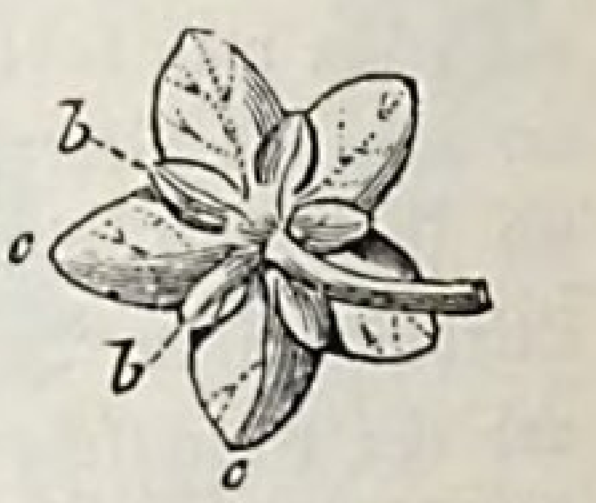
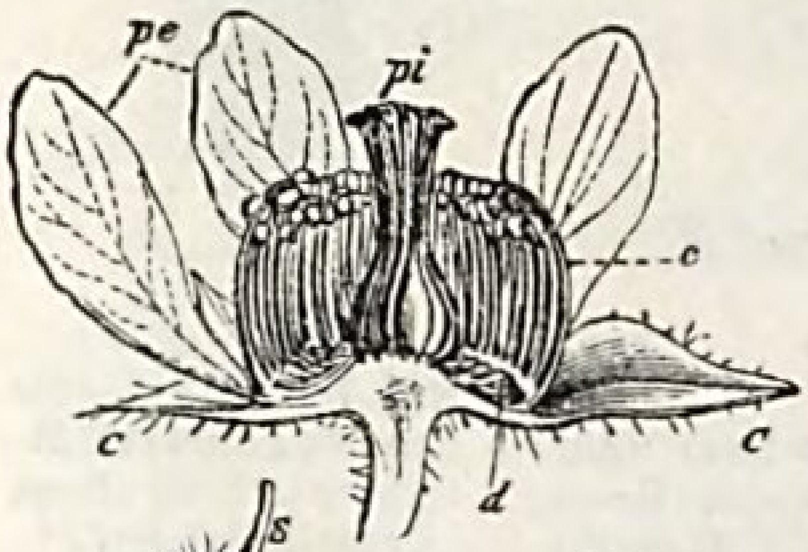


Fig. 783. Der Kelch des Gänseblümchens (Potentilla verna) von der unteren Seite, mit seinem Nebenkelche, doppelte Größe. *

* c Kelchblätter; b die Blätter des Nebenkelches, deren jedes aus der Vereinigung der Nebenblättchen der beiden benachbarten Kelchblätter entstanden ist.

Rosaceen nicht bloße Blattstielblätter oder Phyllodien sind, sondern ächten Blättern entsprechen. Bei den Rosen ist der den Nebenblättern und Phyllodien entsprechende Theil der Kelchblätter an den hohlen Theil der Blüthenaxe angewachsen, während die freien Spitzen den ächten Blättern entsprechen, was sich am deutlichsten durch die bei **Monatrosen** sehr häufigen **Pelorien**, d. h. verunstaltete Blüthen, zeigt, an denen das eine oder andere Kelchblatt mehr oder minder vollständig gefiedert zusammengesetzt erscheint, wie die ächten Blätter. — Außer den schon genannten Pflanzen gehören zu den Rosaceen die **Benediktenkräuter** (Geum), die **Brombeersträucher** (Rubus, Fig. 783, a — f), zu deren Geschlechte auch die **Himbeeren** (Rubus idæus) zu rechnen sind, die **Blutaugenkräuter** (Comarum), **Fingerkräuter** (Potentilla) und der **Odermennig** (Agrimonia eupatoria). Mehrere

Fig. 783, *a*.



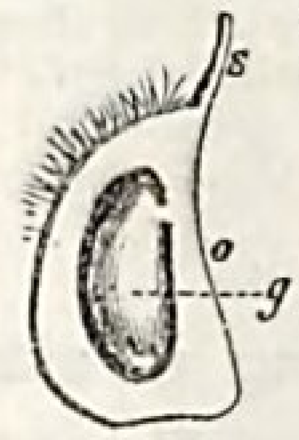






Fig. 783, *b*.

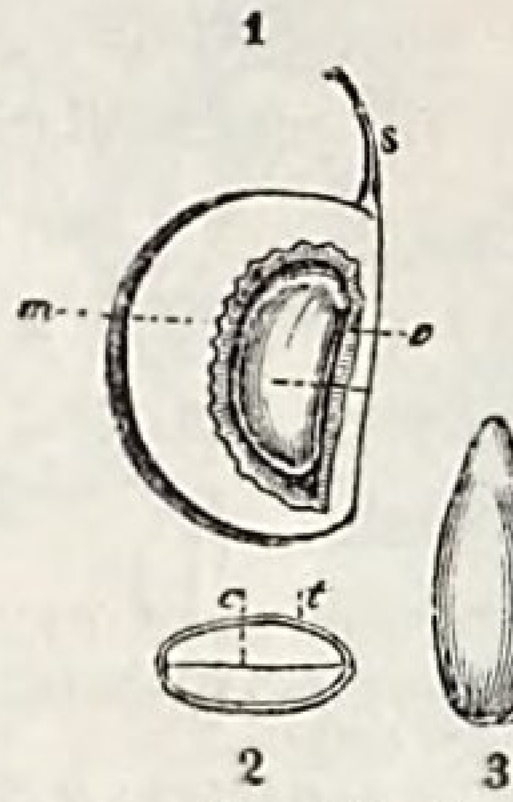


Fig. 783, *f*.



Fig. 783, *e*.

Fig. 783, *d*. Fig. 783, *c*.

Fig. 783, *a*. Eine Blüthe des Brombeerstrauches (Rubus cæsius), senkrecht geschnitten. *

* *c* Kelchblätter; *pe* Kronenblätter; *e* Staubfäden; *d* scheibenartig ausgebreitete Vereinigung der Ursprungspunkte der Staubfäden; *pi* die Griffel der zahlreich auf der kegelförmigen Blüthenaxe beisammen stehenden Fruchtknoten.

Fig. 783, *b*. Diagramm der Brombeerblüthe. Fünf Kelchblätter; fünf Kronenblätter; viermal fünf Staubfäden; zweimal fünf Fruchtknoten.

Fig. 783, *c*. Ein Staubfaden der Brombeerblüthe, von der Rückenseite, vergrößert.

Fig. 783, *d*. Einer der Fruchtknoten aus einer Brombeerblüthe, senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* *s* Grund des Griffels; *o* Fruchtknoten; *g* Samenknospe, im inneren Winkel des Fruchtknotens an einem achselständigen Samenträger befestigt, mit welchen die Ränder des Karpells verwachsen sind. Die Knospe hangt aber mit aufwärts gekehrter Mikropyle.

Fig. 783, *e*. Eine Brombeere. *

* *c* Bleibender Kelch, auf welchem man noch Spuren der verwelkten Staubfäden bemerkt; *f* die einzelnen fleischigen Früchte, mit Ueberresten der Griffel.

Fig. 783, *f*. Frucht und Same der Brombeere. *

* 1 Eine der Früchte, senkrecht durchschnitten, vergrößert; *s* Griffel; *m* fleischige äußere Schicht der Fruchtwandung; *e* steinig holzige innere Schicht derselben; beide sind aus dem Karpelle entwickelt; *g* Samenkorn. — 2 Horizontalschnitt des Samenkornes; *t* Samendecken; *c* Cotyledonen. — 3 Der Embryo, sein Würzelchen aufwärts kehrend.

derselben liefern treffliche Früchte; aber während es bei den Brombeeren die äußere Schicht der Karpelle ist, welche die fleischigen, etwas mit einander verwachsenen Warzen bildet, die wir als „Himbeere“ oder „Brombeere“ gemeinsam von dem kegelförmigen Blüthenboden zum Verspeisen ablösen, und innerhalb deren die steinige innere Schicht der Karpelle eine kleine, den darin enthaltenen Samen eng umschließende Steinfrucht darstellt, so ist es bei den Erdbeeren der fleischig gewordene Blüthenboden selbst, welchen wir verzehren, und auf welchem die kleinen zerstreut auf demselben stehenden Schließfrüchtchen eben ihrer Kleinheit wegen kaum bemerkt werden. Bei den Rosen ist dagegen die „Hagebutte“, welche man als Frucht anzusehen geneigt sein könnte, nichts anderes, als die fleischig gewordene Blüthenaxe, innerhalb deren sich ein saftiger Brei, von der Beschaffenheit eines Fruchtbreies, um die eigentlichen steinigen Früchtchen entwickelt hat. So ähnlich also eine Brombeere äußerlich auch der Maulbeere (Seite 900) sein mag, so ist doch die Natur derselben eine äußerst verschiedene. Bei den Erdbeeren sind sehr häufig die durch Cultur entstandenen Varietäten mit „samenlosen Früchten“ richtiger solche, bei welchen die Früchte unentwickelt bleiben und dafür die eßbare Blüthenaxe um so ausgezeichneter gedeiht. Die Vermehrung ist auch hier ohne Samen genügend gesichert. Lang ausgestreckte und nur mit schuppenähnlichen Phyllodien besetzte Zweigaxen kriechen als „Ausläufer“ weit auf dem Boden hin, erzeugen in den Achseln der Phyllodien neue Zweigaxen, welche durch Adventivwurzeln selbstständig werden (Fig. 784), worauf die Ausläufer vertrocknen. Die neuen Pflänzchen senden sogleich neue Aus-



Fig. 784. Ein Ausläufer des gemeinen Erdbeerpflänzchens (Fragraria vesca). *

* a' a'' a''' Internodien des Ausläufers; ff Phyllodien; rr Pflänzchen, in der Achsel der Phyllodien entsprungen, mit ihren Adventivwurzeln.



Fig. 785. Ein Drüsenhaar vom gemeinen Benediktenkraute (Geum urbanum), vergrößert. Dasselbe besteht aus mehreren Zellen, welche den Stiel bilden und mehreren größeren Drüsenzellen.



Fig. 786. Eine Drüse von der hundertblätterigen Rose (Rosa centifolia), vergrößert.

läufer aus. Diese Vervielfältigung ist nicht minder erfolgreich, als sie durch zahlreiche Samen bewirkt werden könnte. — Die Rosaceen sind an Blättern und Stengeln meistens mit Haaren besetzt, welche auf der Unterseite einiger einen äußerst zarten, silberweißen Filz bilden. Nicht selten sind dieselben aber drüsig und dabei von äußerst verschiedenen Formen (Fig. 785 und 786). An den Stengeln und Kelchlättern der Moosrose sind sie sehr groß, und dabei vielfach verästelt und zerschlitzt, so daß sie das sogenannte „Moos" darstellen. Aehnliche Auswüchse entwickeln sich durch die Stiche der Gallwespen; wir lernten dieselben als Rosenäpfel oder Schlafäpfel (Bedeguar) kennen (Seite 385). Zu den Haaren könnte man mit Recht auch die Stacheln der Rose stellen (Fig. 781), jene krummen stechenden Auswüchse, welche sowohl an den Zweigen als an den Blattstielen ohne alle Regel und Ordnung stehen, und welche nichts anderes sind, als sehr verhärtete und feste Auswüchse der Rinde. Dieselben unterscheiden sich daher wesentlich von den Dornen, welche als Umwandlungen bestimmter Organe, sei es von Blättern oder einzelnen Blattrippen, oder sei es von Zweigen, zu betrachten sind. — Bei allen Rosaceen ist außerordentlich groß die Menge von Varietäten in Frucht und Blüthe, welche man durch die Cultur erhalten hat. Besonders häufig ist bei den cultivirten Rosen die Füllung, d. h. die vollständige oder theilweise Umbildung der Staubfäden in Kronenblätter. In einer ganz gefüllten Rose fehlen die Staubfäden daher gänzlich, und eine solche Blüthe kann somit keine Samen, gleichwohl freilich eine Hagebutte, erzeugen.

Den Rosaceen nahe verwandt ist die Familie der Bibernellen (Sanguisorbeæ), deren meisten Pflanzengattungen die Kronenblätter ganz fehlen und deren einige eingeschlechtige Blüthen haben. Das gemeine Bibernellkraut (Poterium sanguisorba), seines gurkenähnlichen Geschmackes wegen als Küchengewürz in Gärten cultivirt, mit unscheinbaren, aber außerordentlich zierlichen Blüthen, besonders prachtvoll purpurrothen, pinseligen Griffeln, und die Sinaupflanzen (Alchemilla) sind Mitglieder dieser Familie. Aus der Familie der Spiergewächse (Spiræaceæ) wachsen mehrere staudige Arten des Geschlechtes der Spiräen (Spiræa) bei uns wild, während andere strauchige als Ziergewächse in Gärten angetroffen werden. Unter ersteren ist die Knollenspierstaude wegen ihrer knollig angeschwollenen Adventivwurzeln bemerkenswerth (Fig. 787).

Die Familie der Kernobstpflanzen (Pomaceæ) ist für die minder warmen Länder der nördlichen gemäßigten Zone eine der wichtigsten; zu dieser zählen die Apfelbäume (Pyrus malus) und Birnbäume (Pyrus communis), sowie auch



Fig. 787. Das unterirdische Rhizom mit den knollig angeschwollenen Adventivwurzeln der Knollenspierstaude (Spiræa filipendula).



Fig. 788, *a*. Zusammengesetzte Doldentraube des Elsebeerebereschenbaumes (Sorbus torminalis). *

* *a'* Primäre Axe; *a''* sekundäre Axen, in der Achsel wahrer Blätter entspringend; *a'''* tertiäre Axen, in der Achsel von Bracteen, *b*, entspringend.



Fig. 788, *b*. Ein blühender Zweig des gemeinen Weißdorns oder Hagedorns (Cratægus oxyacantha).

die Cydonien oder Quitten (Cydonia vulgaris), die Mispeln (Mespilus germanica), die Weißdorne (Cratægus), Steinquitten (Cotoneaster), die Ebereschen oder Vogelbeerbäume (Sorbus aucuparia) und mehrere, allen diesen verwandte, meistens baum= oder doch strauchartige Pflanzen.

Die Blüthen der wichtigsten Pomaceen, deren Früchte wir genießen, erscheinen im Frühlinge vor den Blättern in Büscheln beisammen, aus den Knospen hervorbrechend, welche die kurzen, im Jahre zuvor mit Laubbüscheln versehen gewesenen Aestchen den Winter hindurch abschloßen. Bei den übrigen Geschlechtern erscheinen sie später als achsel= und endständige doldenähnliche Trauben (Fig. 788, a und 788, b). In allen diesen Blüthen stehen auf dem Gipfel der Blüthenaxe fünf Karpelle zu einem Fruchtknoten vereinigt; in den Apfelblüthen sind die Griffel getrennt, in den Birnblüthen dagegen der Länge nach zusammengewachsen; die Staubfäden aber, nebst Kronen= und Kelchblättern sind an den Fruchtknoten gewachsen, so daß ihre freien Theile epigynisch (Seite 783) erscheinen. Bei der Mispel ist der Fruchtknoten in die Blume gleichsam eingesenkt, so daß diese Blüthen hiedurch einen Uebergang zu den Blüthen der Rosen machen. In allen Blüthenorganen herrscht die Fünfzahl, einfach bei Kelch=, Kronen= und Karpellblättern, vielfach bei den Staubfäden. Nach der Blüthezeit fallen die Kronenblätter ab, während die Stempel, Staubfäden und Kelchblätter auf dem Gipfel des Fruchtknotens verbleiben. Letzterer bildet nun die Apfelfrucht (Fig. 789), welche innen fünf Fächer besitzt, deren Wandung zunächst aus einer pergamentartigen Schicht besteht, der inneren Schicht des Zellgewebes der Karpelle entsprechend, während die äußere Schicht der Karpelle eine beträchtliche Fleischmasse gebildet hat. Nicht das ganze Fleisch der Apfelfrucht entsteht aber aus der Entwicklung des Karpellgewebes, sondern die angewachsenen, den Fruchtknoten äußerlich umgebenden Blüthentheile bilden eine zweite, innig mit der ersteren verschmolzene und noch beträchtlichere Schicht von Fleisch. Jedoch erkennt man stets auf dem Durchschnitte der Frucht noch die Spur der Grenze. Die gegen den Stiel angeschwollene Frucht heißt Apfel, die gegen den Stiel verjüngte, Birne. Bei



Fig. 789. Apfelfrüchte und Blüthen von Pomaceen. * * *a* Aepfel; *b* Birnen; *c* Quitte; *d* Mispel.



Fig. 790. Ein Zweig des Speierbaumes, (Sorbus domestica), mit Früchten; daneben Blüthen.

der Mispel bildet die innere Schicht der Karpelle sich zu einer dicken, steinharten Kruste aus, welche die Samen umschließt; bei den Weißdornen wird das Fleisch der kleinen Frucht saftig breiartig, und die innere Schicht der Karpelle wird auch bei diesen ein „Steinchen". Bei der Vogelbeere dagegen finden wir in kleinstem Maßstabe ein genaues Nachbild des Apfels (Fig. 790). Die Fruchtfächer der Pomaceen sind oft nicht vollzählig vorhanden. Jedes Fach enthält ein, zwei oder mehrere Samen an einem im inneren Fachwinkel stehenden Samenträger, welcher eigentlich nur eine mit den Rändern des Karpells verwachsene Leiste der Blüthenaxe war, allein frühzeitig durch Zerspaltung der Axe, in Folge der Entwicklung der Frucht, so von den übrigen Leisten gesondert wurde, daß sie sich erst am unteren Theile der Frucht wieder mit denselben vereinigt. Die stets umgekehrt stehenden Samen enthalten in einer festen braunen, bei der Quitte mit Wasser befeuchtet Schleim bildenden, äußeren Samenhaut und einer zarten, weißen, inneren einen großen Embryo, welcher sein Wurzelende zur Mikropyle abwärts kehrt und somit aufrecht in der Frucht steht, und dessen Cotyledonen auf der inneren Fläche deutlich die Mittelrippe und die verzweigten Adern erkennen lassen. Bei der Mispel sind sie sogar ganz grün. — Die wildwachsenden Stammsorten der Obstbäume tragen ungenießbare Früchte, welche im Uebermaße durchdrungen sind von der Säure, welche dem süßen Geschmacke des Edelobstes eine so angenehme Milderung gibt. Man nennt diese Säure Apfelsäure, und dieselbe hat vollkommen die gleiche Mischung, welche die Citronsäure besitzt (C^4 H^4 O^4), mit der sie als isomer zu betrachten ist; denn beide Säuren verhalten sich höchst verschieden, und man kennt kein Mittel, die eine in die andere umzuwandeln. Das Edelobst, in tausend Sorten durch die Cultur entstanden und fortgepflanzt, zeichnet sich vorzugsweise durch Zartheit der Zellenmembranen seines Fleisches aus, deren Verdickungsschichten gallertartig bleiben. Nur stellenweise ist das Fleisch der Birnen mitunter „steinig", d. h. verholzt, indem die beträchtlichen Verdickungsschichten der Zellen aus Cellulose bestehen. Dabei sind solche Verdickungsschichten stets mit Tüpfellücken versehen, welche, da sie in den verschiedenen Schichten zusammentreffen, auf Durchschnitten Kanäle darstellen, die nur durch die einfache äußerste Zellenmembran geschlossen sind (Fig. 791). Auch der Wuchs der Edelobstbäume ist von demjenigen der wilden Stammsorten verschieden; letztere bilden sehr vielfach Dornen aus verkümmernden Aesten; bei ersteren kommen solche nicht vor. Die Fortpflanzung des Edelobstes geschieht ganz allgemein durch

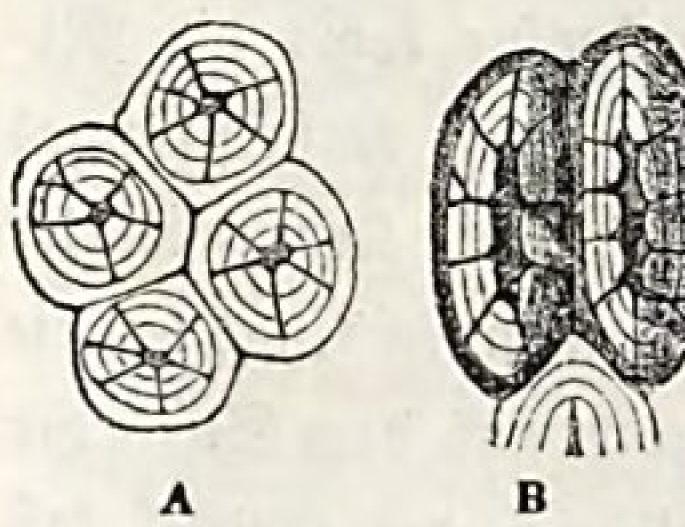


Fig. 791. Zellen aus einer steinigen Partie des Fleisches einer Winterbirne. *

* A Horizontalschnitt; B Längenschnitt.



Fig. 792. Einfache Doldentraube des Mahalebkirschenbaumes (Prunus mahaleb). *

* e Schuppen der Winterknospe, aus welcher der Blüthenzweig hervorgebrochen ist; a' primäre Axe; a'' sekundäre Axen; bb Bracteen.

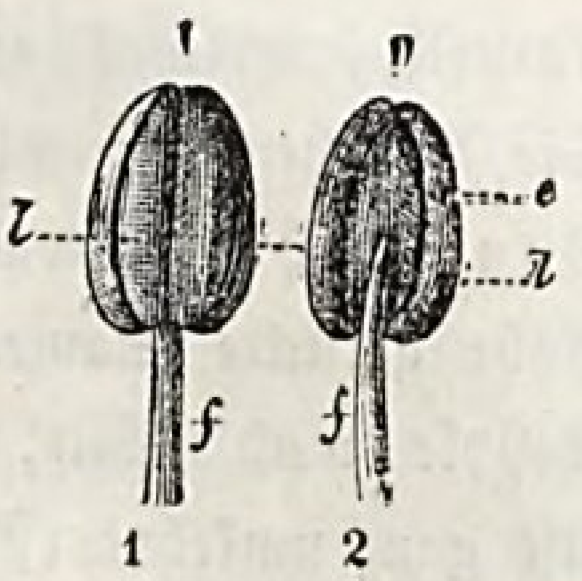


Fig. 793. Ein Staubfaden des Mandelbaumes, vergrößert. *

* 1 Innenseite; 2 Rückenseite; f Filament; ll Antherenfächer; c Connektiv.

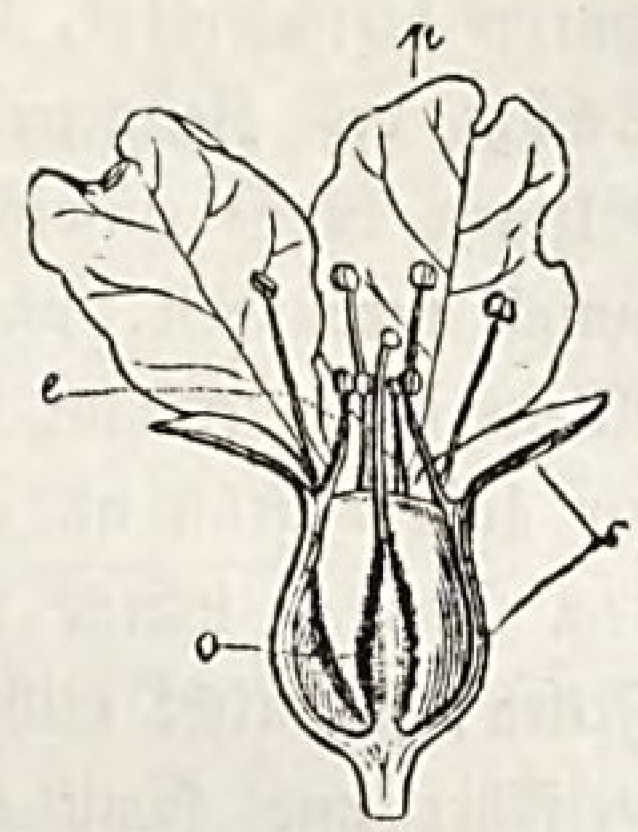


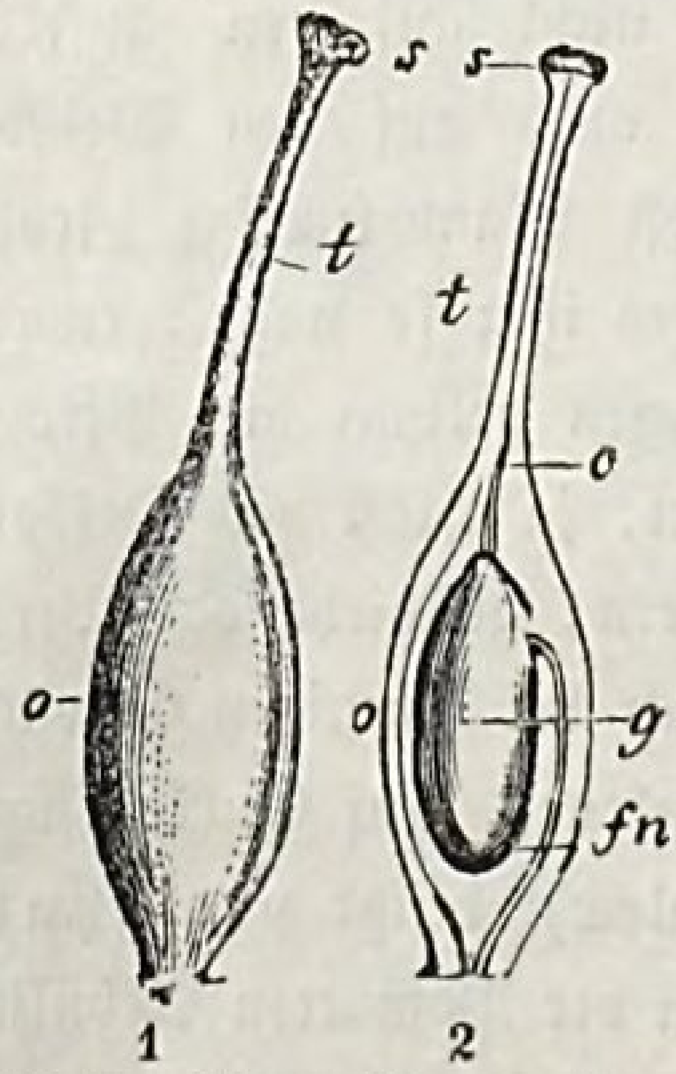
Fig. 794. Senkrechter Durchschnitt einer Blüthe des Mandelbaumes (Amygdalus communis). *

* o Fruchtknoten; c hypogynischer Kelch; p Kronenblätter; e Staubfäden, welche perigynisch erscheinen.

Samen, aus welchem jedoch nicht eine Nachkommenschaft entsteht, welche der Mutterpflanze in der Frucht völlig gleicht. Vielmehr muß jeder Stamm erst wieder veredelt werden, und dieses geschieht dadurch, daß man ein Axenorgan eines Edelstammes auf denselben überpflanzt. Es kann dieses mit einem ziemlich entwickelten Zweiglein (Edelreis) geschehen, aber auch mit einer bloßen Knospe (Edelauge). Ersteres geschieht durch die Pfropfung, letzteres durch die Oculation. Es zeigt sich bei letzterer recht augenscheinlich die Identität der Knospen mit Samen, und in der That sind gerade die Samen der Aepfel und Birnen mit ihrer lederartigen Samendecke, welche den Knospendecken der Winterknospen sehr vieler Bäume in hohem Grade ähneln, zu diesem Vergleiche ziemlich geeignet. Die Veredelung gelingt nur, wenn bei derselben Pflanzen der gleichen Art oder doch sehr nahe verwandter Geschlechter mit einander in Verbindung gebracht werden, indessen mit mancherlei seltsamen Ausnahmen. So kann man den Birnbaum nicht auf den Apfelbaum pfropfen, wohl aber auf den Quittenbaum und sogar auch auf den Weißdorn; auf den Quittenbaum lassen sich auch Mispeln und selbst Mandelzweige pfropfen; der Kirschbaum der nächst folgenden Familie nicht auf den ihm so nahe verwandten Pflaumenbaum, Aprikosenbaum und Pfirsichbaum; dagegen gelingt die Pfropfung des Aprikosen- und Pfirsichbaumes auf den Pflaumenbaum, ja selbst des Oelbaumes auf Eschen. Nicht allein bei Bäumen, auch bei Sträuchern, geschieht das Veredeln sehr häufig, z. B. bei Rosen; es gelingt dasselbe aber auch bei krautigen Gewächsen, z. B. die Pfropfung von Artischocken auf Disteln, von Melonen- auf Gurkenpflanzen.

Die Familie der Steinobstpflanzen (Amygdaleæ) besitzt perigynische Blüthen (Fig. 792), so sehr diese im übrigen mit denen der Pomaceen Aehnlichkeit haben. Die Kronenblätter und die höchst einfachen Staubfäden (Fig. 793) sind mit dem hypogynischen Kelche an ihrem unteren, nach innen Nektar aussondernden Theile verwachsen und scheinen daher erst da zu entspringen, wo sie sich von demselben losmachen (Fig. 794). Der Fruchtknoten besteht nur aus einem einzigen

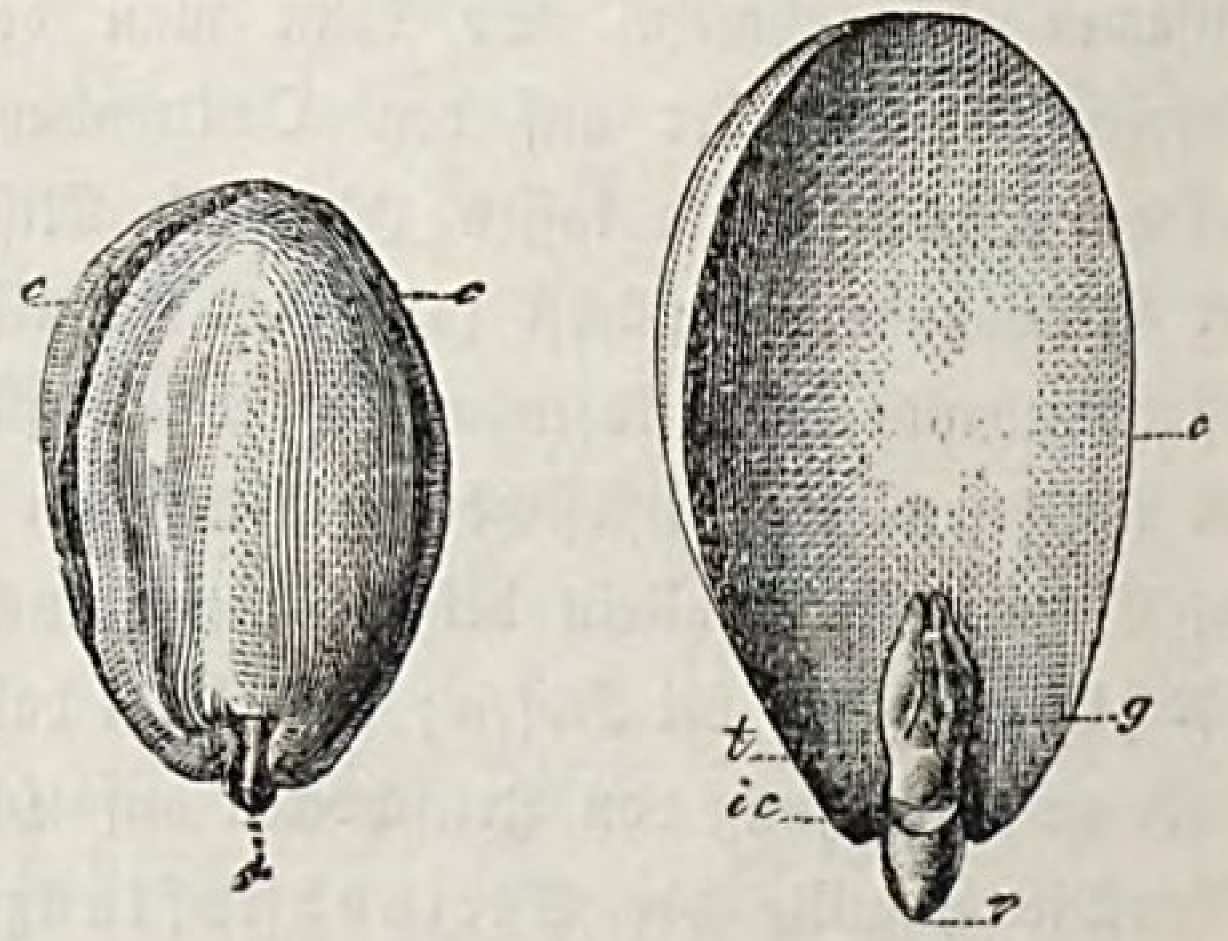
Karpelle, welches die Blüthenaxe, an welcher es selber entsprungen ist, umfaßt. Die Blüthenaxe, mit der Vereinigung der Ränder des Karpells, der sogenannten Bauchnaht, verwachsen, trägt nach innen eine achselständige, aber etwas in die Höhe gerückte Samenknospe, selten deren zwei. Diese Samenknospe kehrt die Mikropyle nach oben, wenn gleich sie sich durch Verlängerung ihres Nabelstranges fast ganz umkehrt (Fig. 795). Nach der Befruchtung fallen zuerst die Kronenblätter und Staubfäden von dem Kelchrande ab; der Kelch löst sich sodann unten rings um die Blüthenaxe ringförmig los und wird vertrocknet nicht selten noch auf dem Stiele der reifen Frucht angetroffen. Der Fruchtknoten, auf dessen Gipfel der Griffel fast spurlos verschwindet, bildet sich zu einer Steinobstfrucht aus, indem sich die äußere Schicht des Zellgewebes zu einer fleischigen, die innere aber zu einer steinhart holzigen Masse entwickelt. Bei der unreifen Frucht ist das Fleisch mit dem Steine innigst verbunden, anfänglich kaum eine Verschiedenheit des Gewebes bemerkbar. Allein später erkennt man schon den härteren inneren weißlicheren Theil, während der äußere grün ist. Erst nahe vor der Reife löst sich das Fleisch allmählig von dem Steine, indem die Steinschicht, wegen völliger Ausfüllung ihrer verholzten Zellen, sich nicht mehr weiter entwickeln kann, während die Fleischschicht darin noch fortfährt und somit an Umfang ungleich mehr zunimmt. Durch theilweise Wiederauflösung der Zellen der Fleischschicht wird diese zart und saftig breiartig. Zugleich tritt die gelbe, rothe oder blaue Farbe ein, und Zucker bildet sich im Zellsafte anstatt der vorher vorherrschenden Säure. So entstehen die Kirschen (Prunus cerasus), die Pflaumen (Pr. domestica), die Aprikosen (Pr. armeniaca), die Pfirsiche (Amygdalus persica). Bei der Mandel bleibt das Fleisch hart und wird bei der Reife lederig trocken, so daß es in der Bauchnaht aufspringt und so zwei Leisen, wie bei den Walnüssen, darstellt. Innerhalb des Steines, an welchem die der Mittelrippe des Karpells entsprechende Rückennaht noch sehr wohl von der, dem Samenträger entsprechenden Bauchnaht unterscheidbar bleibt, findet sich der Samen, welcher ganz aus dem, nur von einer zarten weißen inneren und einer etwas härteren braunen Samenhaut umgebenen, Embryo besteht (Fig. 796). Der Embryo ist bei den Amygdaleen sehr reich an fettem Oele; bei der Mandel beträgt



1 2

Fig. 795. Der Stempel der gemeinen Kirsche (Prunus cerasus), vergrößert. *

* 1 Der ganze Stempel; o Fruchtknoten; t Griffel; s Narbe. — 2 Derselbe, senkrecht durchschnitten; o Fruchtknoten; c Griffelkanal; t Griffel; s Narbe; g Samenknospe; fn Knospengrund.



A B

Fig. 796. Der Embryo des Mandelbaumes, von den Mandelhäuten befreit. *

* A Der Embryo, etwas vergrößert; cc Cotyledonen; r Axenorgan. — B Derselbe Embryo, etwas stärker vergrößert, nach Hinwegnahme des vorderen Cotyledon; r Wurzelende des Axenorganes; ic Narbe von dem weggenommenen Samenlappen; t Stammende des Axenorganes; g Keimungsknöspchen; c der stehen gebliebene Cotyledon.

dieses sogar 46 % seines Gewichtes. Außerdem enthalten die meisten, wahrscheinlich alle, Steinobstembryonen, eine eigenthümliche Substanz, welche man Mandelstoff oder Amygdalin ($= NC^{40} H^{27} O^{22} + 6 HO$) nennt, und welche man mittelst Alkohol aus denselben ausziehen kann. Ebenso enthalten diese Embryonen eine schwefelsaftige Substanz, das Emulsin, auch Mandelhefe genannt ($= 10 [NC^9 H^9 O^6] + S$), welche sich aus zerriebenen Mandeln dem Wasser mittheilt und dieses milchig trübt (Mandelmilch). Durch eine noch unbekannte Einwirkung des Emulsins erleidet das Amygdalin sehr schnell eine Art Gährung, in Folge deren sich aus demselben unter Hinzutritt von 4 Verhältnißmengen Wassers Zucker, Bittermandelöl und Blausäure bilden:

1 Verhältnißmenge Amygdalin	$= NC^{40} H^{27} O^{22}$	nebst
4 Verhältnißmengen Wassers	$= — — H^4 \; O^4$	bilden sich
2 Verhältnißmengen Zuckers ($C^{12} H^{12} O^{12}$)	$= — C^{24} H^{24} O^{24}$	
1 Verhältnißmenge Bittermandelöl	$= — C^{14} H^6 \; O^2$	und
1 Verhältnißmenge Blausäure	$= NC^2 \; H$	
	$NC^{40} H^{31} O^{26}$	

Die Blausäure besteht aus Blaustoff oder Cyan ($Cy = NC^2$) und Wasserstoff (H), und hat ihren Namen von der Eigenschaft des Cyans, mit Eisen eine blaue Substanz zu bilden, das allbekannte Berlinerblau oder Eisencyanürcyanid ($3 Fe Cy + 2 Fe^2 Cy^3$). Es ist diese Säure merkwürdig als die einzige Pflanzensäure, welche keinen Sauerstoff enthält, besonders aber als das furchtbarste aller Gifte für alle warmblütigen Thiere. Eine unbedeutende Menge derselben ruft augenblicklich den Tod hervor. Die Gährung des Amygdalins und somit die Bildung von Blausäure und Bittermandelöl erfolgt aber theilweise schon in den Samen, und besonders haben die bitteren Mandeln, sowie häufig die Pflaumen-, Aprikosen- und Pfirsichkerne daher ihren bittern Geschmack und können durch den Genuß sehr leicht tödtlich werden.

Die Pflaumen erscheinen sehr häufig bereift durch einen feinen Ueberzug von Wachs, welches sie aussondern; seltener dringt aus ihrer Haut Gummi hervor; dagegen in der Rinde des Stammes und der Zweige aller Amygdaleen ist Gummi ($C^6 H^5 O^5$), vermengt mit schleimiger Substanz, in großer Menge enthalten und fließt oft sehr reichlich hervor.

Auch bei den Steinobstpflanzen finden in der Beschaffenheit der Früchte, sowie im Wuchse ähnliche Unterschiede zwischen den wilden und den cultivirten Sorten statt, wie bei den Kernobstpflanzen. Die in Deutschland ursprünglich einheimische Pflaumengattung heißt gemeiniglich Schlehdornstrauch, denn sie bleibt stets ein krüppeliger Strauch, dessen Zweige vielfach zu Dornen verkümmern (Fig. 797). Ob der cultivirte Kirschenbaum und Pflaumenbaum von ursprünglich deutschen Stammsorten herrühren, oder ob dieselben, wie man vielfach behauptet hat, aus dem südlichen Asien nach Europa eingeführt worden sind, ist nicht mehr zu entscheiden. Von dem Aprikosenbaume und Pfirsichbaume ist dieses zuverlässiger.

Die Familie der Goldpflaumen (Chrysobalaneæ) enthält nur tropische amerikanische und afrikanische Gewächse, deren Fruchtknoten mit rückenständigem Griffel die Form der Fruchtknoten der Erdbeerpflanze im Großen nachahmt (Fig. 798). Die Früchte derselben vertreten dort zum Theil unsere Obstsorten, so z. B. die von Guinea

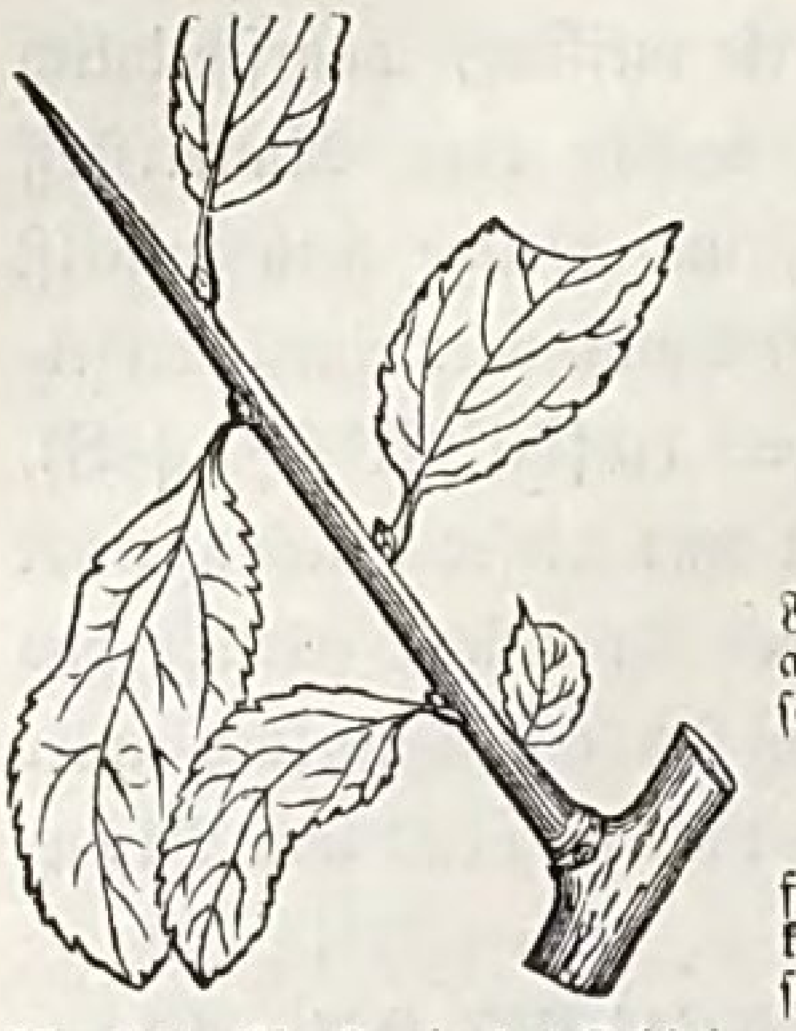


Fig. 797. Ein Zweig des Schlehdornstrauches (**Prunus spinosa**), welcher in einen Dorn ausläuft.

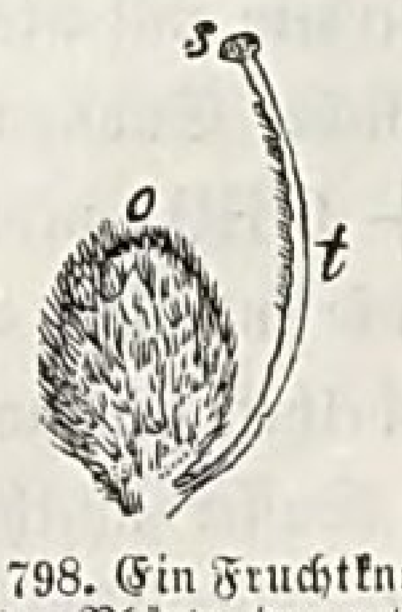


Fig. 798. Ein Fruchtknoten aus der Blüthe der antillischen Ikakopflaume (**Chrysobalanus icaco**). *

* *o* Fruchtknoten; *t* Griffel, am Grunde des Fruchtknotens auf dessen Rückenseite stehend; *s* Narbe.



Fig. 799. Ein Zweig des Akienbaumes (**Blighia sapida**), mit Blatt und Blüthenstand, nebst reifen Früchten.

nach Westindien verpflanzte süße **Akie** (Fig. 799), deren pflaumenähnliche Frucht größer ist, als ein Hühnerei.

Sechsundzwanzigste Ordnung.

Die Hülsenfrüchtler. Leguminosæ.

Die im gewöhnlichen Leben sogenannten Hülsenfrüchte, **Erbsen** und **Bohnen**, sind geeignet, um uns eine Vorstellung von den wesentlichen Merkmalen (Fig. 800 und 801) der Ordnung zu geben, welche man eben nach diesen Mitgliedern die der **Hülsenfrüchtler** oder Leguminosen benannt hat. Es werden in dieser Ordnung zusammengestellt die Familie der **Schmetterlingsblüthler** (**Papilionaceæ**), die der **Cäsalpinieen** (**Cæsalpinieæ**) und die der **Mimoseen** (**Mimoseæ.**) — Letztere beide

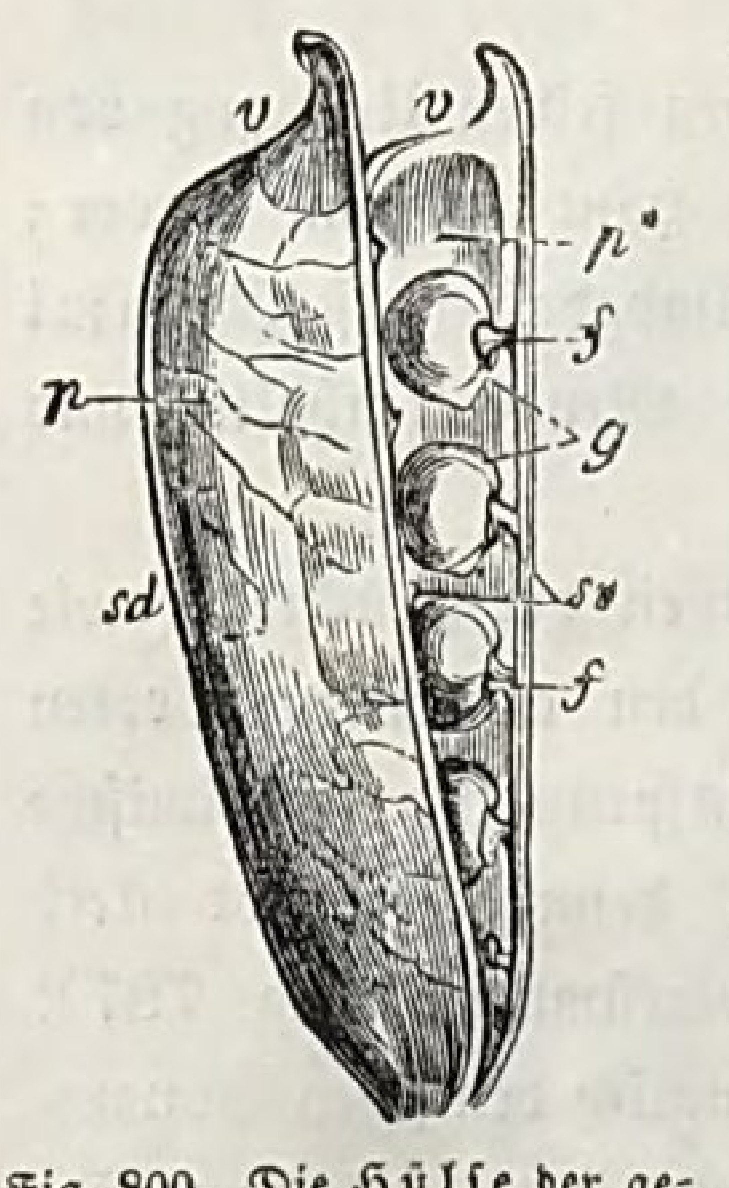


Fig. 800. Die **Hülse** der gemeinen Erbsenpflanze (**Pisum sativum**), geöffnet. *

* *vv* Klappen; *p* äußere, etwas fleischige Schicht der Klappenwandung; *p'* innere, lederig hautige Schicht, bei der andern Klappe sichtbar; *sd* die Rückennaht; *sv* die Bauchnaht der Hülse; *g* Samen; *f* Nabelstränge, welche die Samen tragen.



Fig. 801. Ein Zweig des australischen Kastanienbohnenbaumes (**Castanospermum australe**), mit Blüthenständen, nebst einem Blatte, einer aufgesprungenen Hülsenfrucht und einer »Kastanienbohne«.

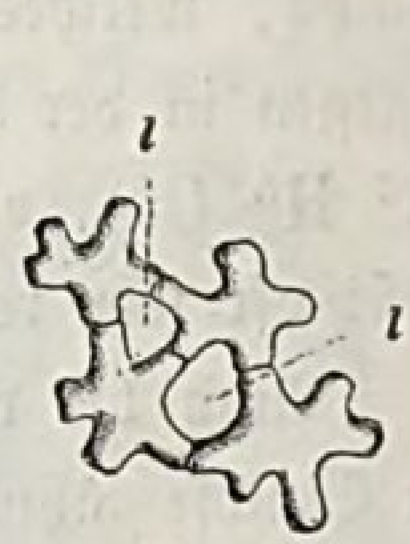


Fig. 802. Sternförmig ausgezogene Zellen des gelockerten Markes der Ackerbohne (**Vicia faba**), vergrößert. *

* *ll* Intercellularräume.

Familien sind Europa fast gänzlich fremd. Dagegen die der Papilionaceen enthält die Erbsen und Bohnen selbst, nebst äußerst zahlreichen anderen einheimischen wilden, sowie Cultur- und Ziergewächsen. Dieselben sind im nördlichen Theile der gemäßigten Zone nur einjährige Kräuter oder geringe Sträucher, mit meistens ganz niederliegenden Zweigen; erstere als Lianen, theils rankend, theils windend kletternd, oder auch als kräftige Stauden mit vorwaltender Entwicklung der peripherischen Theile des Stengels, und daher sehr gelockertem Marke (Fig. 802). In dem wärmeren Theile der gemäßigten Zone treten schon zahlreiche hochwüchsige Sträucher und mittelhohe Bäume aus dieser Familie auf, und in der heißen Zone sind solche, neben ausgezeichneten Lianen, vorzugsweise anzutreffen. Viele solche sind bei uns als Zierpflanzen eingeführt, wie die Robinien oder unächten Akazien (Robinia), der Goldregen oder Bohnenbaum (Cytisus, Fig. 803), der Blasenbaum (Colutea) u. s. w. Alle Papilionaceen, aber auch die Cäsalpinieen und Mimoseen, besitzen einzeln stehende und durch regelmäßige Internodien getrennte Blätter, deren Bildung als die höchste Vollendung der Blätter im Pflanzenreiche gelten darf (Fig. 804 und 805). Die Hauptblattrippe ist stielartig, an ihrem unteren Theile angeschwollen und abgegliedert; dabei stehen zu beiden Seiten neben dem Abgliederungspunkte Nebenblätter, welche mitunter, z. B. bei der gemeinen Erbsenpflanze, an Größe die eigentlichen Blätter fast übertreffen. Die Nebenblättchen entwickeln sich häufig früher, als das eigentliche Blatt und bleiben mitunter lange am Stengel stehen, nachdem das abgegliederte Blatt schon wieder abgefallen ist, so daß der Stengel durch die Nebenblättchen schuppig erscheint. Nicht selten ist es, daß die Nebenblätter am Stengel sich sehr lang hinabziehen, indem sie nur als eine Saumleiste, als sogenannter „Flügelsaum" an den Seiten desselben hervorragen. Bald sind diese Säume ziemlich breit, wie bei manchen unserer Wickenarten (Vicia), bald dagegen so schmal, daß der Stengel nur kantig durch dieselben



Fig. 803. Eine Blüthentraube des Goldregens (Cytisus laburnum).

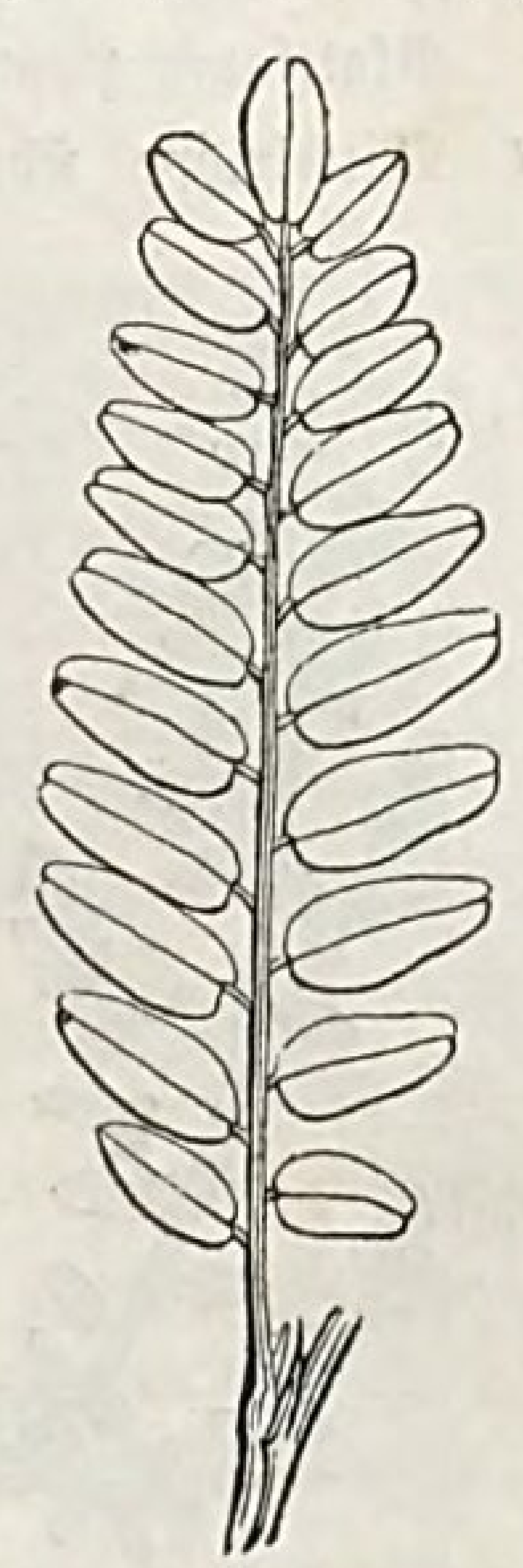


Fig. 804. Ein zusammengesetztes Blatt der unächten Akazie (Robinia pseudoacacia), mit kleinen Nebenblättchen am Grunde des Blattstieles.

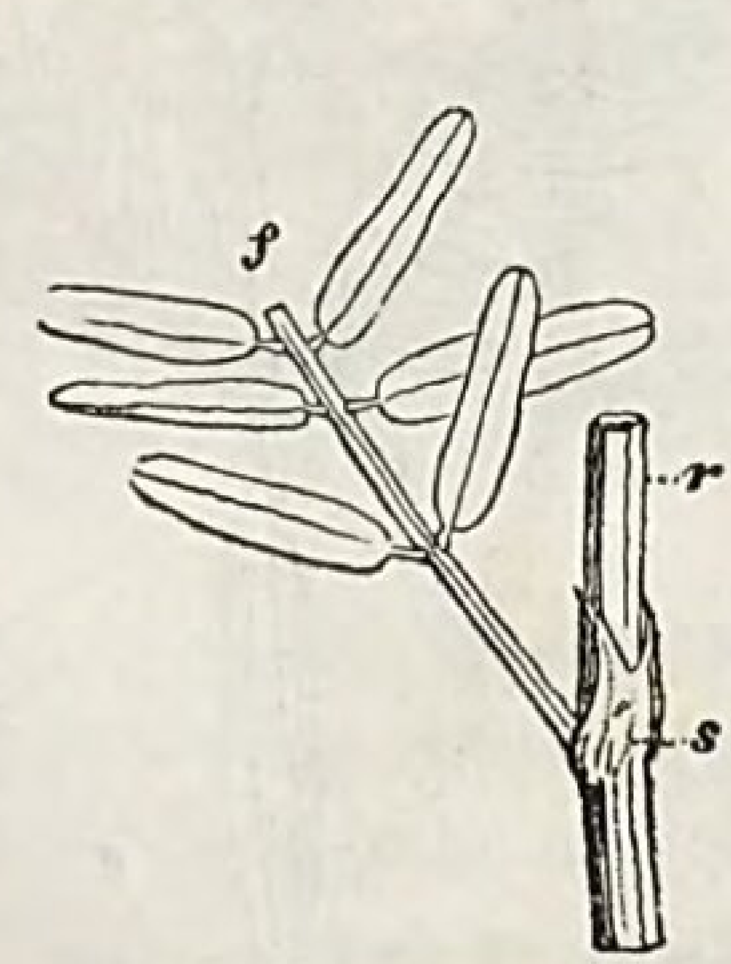


Fig. 805.
Ein Stück eines Blattes des langfahnigen Stragelstrauches (Astragalus onobrychis). *

* f Unterer Theil des zusammengesetzten Blattes mit drei Paaren von Blättchen; s die beiden Nebenblätter am Grunde des Blattstieles, welche den Zweig r umfassen und auf der entgegengesetzten Seite desselben zusammengewachsen sind.

*

erscheint, wie beim Besenpfriemstrauche. Zu beiden Seiten der stielartigen Hauptblattrippe stehen kleine gestielte Blättchen paarweise einander gegenüber, sowie meistens auch am Ende ein solches unpaariges steht. Die Zahl der Paare wechselt bei den verschiedenen Gattungen von eins, wie beim Klee und beim Goldregen, wo daher mit dem unpaarigen Endblatte im Ganzen drei Blättchen vorhanden sind, bis über zehn; mitunter sind die Paare unregelmäßig gestellt. Beim Besenpfriemstrauche ist der Hauptblattstiel so kurz, daß das endständige Blättchen kaum noch gestielt erscheint und höchstens noch zwei ganz kleine Seitenblättchen neben diesem entwickelt sind (Fig. 806). Die Stiele dieser Blättchen sind an dem Hauptstiele, der Mittelrippe des zusammengesetzten Blattes, ebenfalls häufig ein wenig angeschwollen und abgegliedert, so daß sie im Herbste mitunter sogar einzeln von demselben abfallen. Die Blätter der Mimoseen zeigen mitunter eine doppelte Zusammensetzung, indem an der Hauptblattrippe Paare von zusammengesetzten Blättchen stehen (Fig. 805, bis). Bei den neuholländischen Gattungen des Akaziengeschlechtes stehen diese wunderlichen Blätter noch obendrein senkrecht, anstatt horizontal. Sehr häufig ist es, daß bei den Blättern der Papilionaceen oder einzelnen Theilen derselben das Parenchym der Blattspreite unentwickelt bleibt, dafür aber die Mittelrippe sich zu einer langen Ranke gestaltet. Bald ist es nur das endständige Blättchen, welches diese Umwandlung erfährt, und es läuft somit dann die Hauptblattrippe, während sie an ihrem unteren Theile mitunter ganz regelmäßig ausgebildete Seitenblättchen trägt, in eine endständige Ranke aus. In anderen Fällen verkümmern auch die Seitenblättchen ebenso, und es entsteht dadurch eine Ranke mit paarig stehenden, meistens aber nur theilweise entwickelten Seitenranken. In wieder andern Fällen nimmt das eigentliche Blatt seine ganz regelmäßige Form an, während dagegen die Nebenblättchen sich in Ranken verwandeln. Gar nicht selten ist es auch, daß ein Blattsaum zwar vorhanden ist, dennoch aber die Mittelrippe über denselben hinaus sich zu einer



Fig. 805 bis. Doppelt zusammengesetztes Blatt der neuholländischen, fächerig beblätterten Akazie (Acacia heterophylla). *

* p Blattstiel, zu einer senkrechten Fläche ausgebreitet; l zusammengesetzte Seitenblätter, deren jedes elf Paare von Nebenblättchen besitzt.



Fig. 806. Ein Zweig des Besenpfriemstrauches (Spartium scoparium) mit Blüthen, scheinbar einfachen Blättchen und kantigen Stengeln.

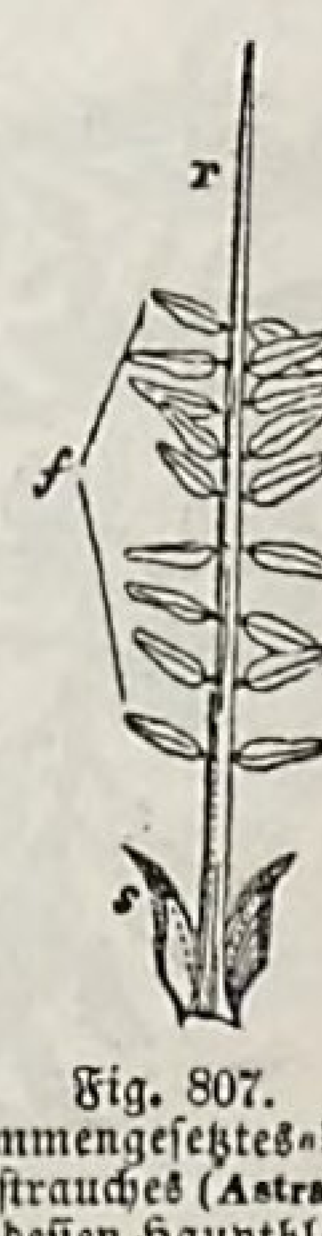


Fig. 807. Ein „zusammengesetztes“ Blatt eines Tragantstrauches (Astragalus massiliensis), dessen Hauptblattrippe in einen Dorn r ausläuft, während zu beiden Seiten neue Paare von Seitenblättchen f, und am Grunde die Nebenblättchen s regelmäßig entwickelt sind.

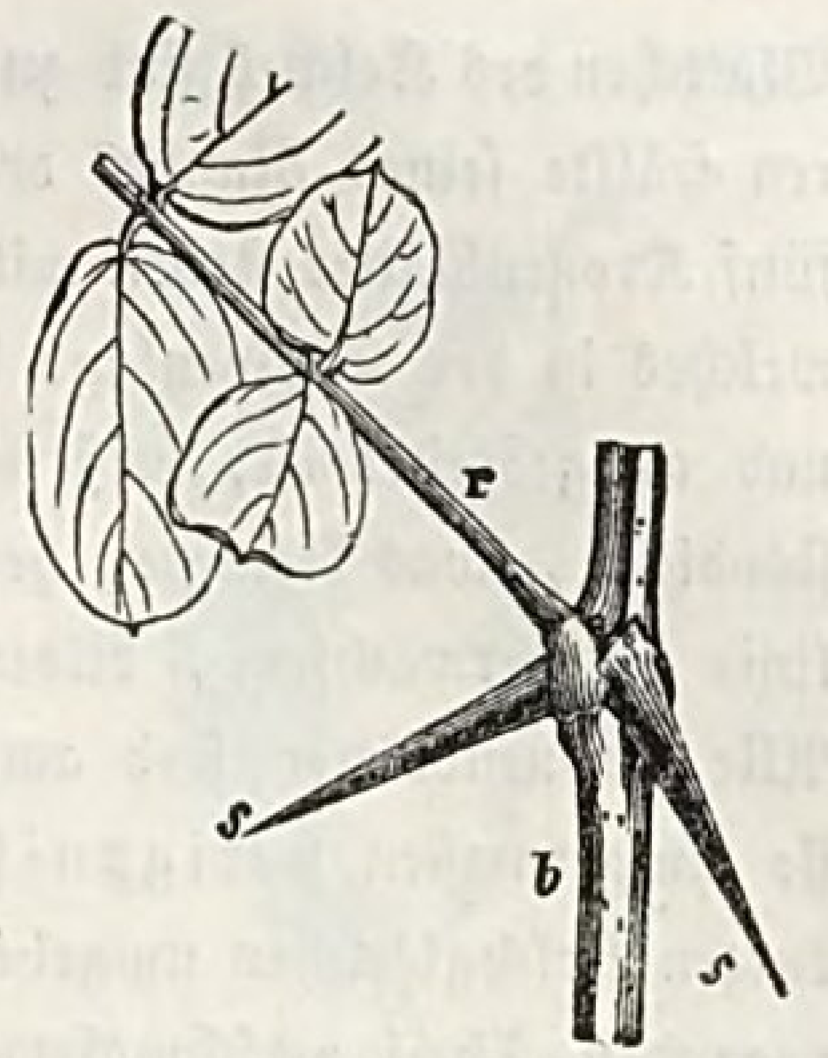


Fig. 808. Ein Zweigabschnitt *b* der sogenannten Akazie (Robinia pseudoacacia), mit dem unteren Theile eines zusammengesetzten Blattes *r*, dessen Hauptrippe am stielartigen unteren Ende die angeschwollene Gliederung zeigt, und dessen Nebenblätter in Dornen *ss* umgewandelt sind.

Ranke verlängert. Bleibt die Ranke kurz und nimmt dieselbe dagegen eine größere Festigkeit an, so bildet sie einen stechenden Dorn. Bald ist es die Hauptblattrippe, welche auf diese Weise in einen Dorn ausläuft, wobei alle Seitenblättchen regelmäßig entwickelt sein können (Fig. 807), oder auch gänzlich fehlen. Bald dagegen sind es die Nebenblätter, welche in Dornen umgewandelt sind, wie bei der sogenannten Akazie unserer Anlagen (Fig. 808). Häufiger noch ist es, daß auch bei dieser Familie Dornen durch Verkümmerung von Zweigen entstehen, wie bei dem Schlehdornstrauche in der Familie der Steinobstgewächse (Seite 1058). Bald sind es nur einzelne Zweige, welche diese Umbildung erleiden, bald dagegen die meisten, wie bei unserem Stechginster (Genista germanica), und dabei ist die wahre Natur dieser Dornen oft äußerlich durch nichts verrathen, wie z. B. bei den Gleditschien (Gleditschia triacanthos) aus Nordamerika, welche man gegenwärtig in Europa oft als Alleebaum anpflanzt, und deren Dornen sogar verästelt sind. Die Stellung dieser Dornen in den Achseln von Blättern, deren Narben man wenigstens deutlich unter ihnen bemerkt, eben so sehr aber die innere Anordnung der Gewebe, läßt uns über die Bedeutung derselben gleichwohl keinen Zweifel.



Fig. 809. Eine Schmetterlingsblüthe der duftenden Blattwicke (Lathyrus odoratus).*

* *c* Kelch; *e* Fahne; *a* Flügel; *b* Schiffchen.



Fig 810. Diagramm einer Schmetterlingsblüthe. Zwei obere und drei untere Kelchspitzen; ein oberes großes Kronenblatt, die Fahne; zwei seitliche kleinere Kronenblätter, die Flügel; zwei noch kleinere untere Kronenblätter, den Kiel bildend; ein Kreis von neun vereinigten Staubfäden und einem oberen freien Staubfaden; ein Fruchtknoten mit bauchnahtständigem Samenträger.

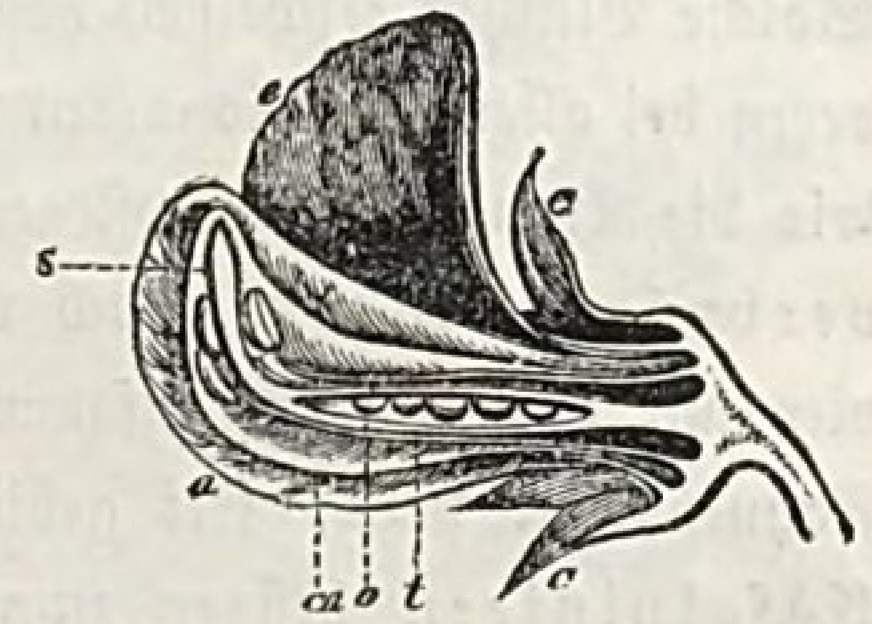


Fig. 811. Die Schmetterlingsblüthe der duftenden Blattwicke senkrecht durchschnitten. *

* *cc* Kelch; *e* Fahne; *a* Flügel; *ca* Kiel; *t* Filamente in eine Rinne verwachsen; *o* Fruchtknoten, in welchem die Samenknospen an den bauchnahtständigen Samenträger befestigt sind; *s* Griffel.

Die Blüthen sind es, welche durch ihre eigenthümliche Form der Familie der Schmetterlingsblüthler den Namen gegeben haben und welche dieselben zur Zierde der Wälder und Felder, zum Schmuck der Gärten und Treibhäuser machen. Diese Blüthen (Fig. 809 — 811) stehen auf einem Stielchen, welches an seinem Ende sich knieförmig neigt, so daß die Blüthe dadurch von der Hauptaxe des Blüthenstandes abgewandt wird. Wie bei den Lippenblüthlern ist mit dieser Stellung eine sehr unregelmäßige Ausbildung der einzelnen Theile der Quirle von Blüthenorganen verbunden. Man kann an diesen Blüthen ein Oben und Unten unterscheiden; sie sind durch eine Linie in zwei Seitenhälften zu theilen, welche vollkommen symmetrisch erscheinen. Die Grundzahl der Blüthenorgane ist die Fünfzahl. Die fünf

Blättchen des Kelches sind zu einem Glöckchen zusammengewachsen, welches an der unteren Hälfte seines Randes drei Spitzen zeigt, an der oberen zwei etwas längere. Die fünf Kronenblätter stehen mit den Kelchblättchen abwechselnd; ein oberes, sehr großes, welches in der Knospenlage die andern umfaßt, in der Blüthezeit aufwärts geschlagen und ausgebreitet ist, heißt die Fahne oder der Wimpel (vexillum); zwei seitenständige, etwas kleinere, heißen die Flügel (alæ), und zwei untere, in der Mittellinie oft verwachsene, bilden zusammen das Schiffchen oder den Kiel (carina). Alle Kronenblätter sind am Grunde ein wenig mit dem Kelche verwachsen, so daß sie einigermaßen perigynisch stehen. Derjenige Theil derselben, welcher von dem kurzen Kelchglöckchen umgeben ist, pflegt auffallend gegen den ausgebreiteten hervorragenden Theil verschmälert zu sein; man nennt ihn, wie bei den Nelkenblüthlern, den Nagel (Fig. 812). Die Blüthen einzelner Gattungen, welche ihrer übrigen Organisation nach durchaus zu derselben Familie gestellt werden müssen, weichen insofern von der allgemeinen Form der Schmetterlingsblüthen ab, als sie im Kronenquirle unvollständig sind, wie z. B. die des Unformstrauches (Amorpha fruticosa), welcher aus Nordamerika in unsere Gärten verpflanzt ist, und dessen Blüthen nur ein einziges Kronenblatt, die Fahne, besitzen. Ausnahmsweise und besonders in Folge der Cultur, nehmen einzelne Schmetterlingsblüthen auch wohl eine völlig regelmäßige Form an, indem die Flügel- und Kielblätter dem Fahnenblatte ähnlich werden. Solche Blüthen erscheinen dann als Mißformen oder Pelorien. Die Staubfäden, deren bei allen Papilionaceen zweimal fünf vorhanden sind, etwas perigynisch stehend, wie die Kronenblätter, pflegen nach dem größten Theile der Länge ihrer Filamente verbrüdert zu sein, doch nicht alle sämmtlich, sondern meistens bilden jederseits vier mit dem unteren zusammen eine Rinne, während derjenige, welcher vor dem Fahnenblatte steht, frei geblieben ist. Die Antheren sind stets sämmtlich frei. Die Cäsalpinieen besitzen zum Theil ebenfalls Schmetterlingsblüthen, wenn auch minder ausgezeichnete, zum Theil dagegen ganz regelmäßige Kronen. Letzteres ist auch bei den Mimoseen der Fall. — Der Fruchtknoten liegt bei den Papilionaceen in der Rinne der Filamente. Derselbe ist aus zweien Nebenblättern eines Karpells gebildet, zwischen deren nach unten gewandter Rückennaht die Blattrippe die Verbindung bildet und endlich in einen geringen, vorn übergebogenen Griffel ausläuft, welcher die Narbenlinie auf seiner, der oberen Blattfläche entsprechenden, aufwärts gerichteten Seite trägt. Der Samenträger ist die Fortsetzung der Blüthenaxe und mit den, die Bauchnaht des Fruchtknotens bildenden Rändern der ihn umfassenden Karpellarnebenblätter verwachsen. Mitunter steht er so ganz am inneren Rande des plattgedrückt zweiseitigen Fruchtknotens, in anderen Fällen dagegen mehr in der Mitte desselben, wobei dann die Ränder der Karpellarnebenblätter ein wenig einwärts gebogen sind, so daß die Bauchnaht in einer Rinne liegt. Am Samenträger stehen die Samenknospen abwechselnd, scheinbar aber in einer einzigen Längsreihe (Fig. 813). Beim Klee (Trifolium) bildet sich nur eine einzige Samenknospe zum Samen aus, doch sind auch hier ursprünglich deren mehrere vorhanden. Die Samenknospen sind stets umgekehrt, so daß die Mikropyle neben dem Nabel liegt. Die

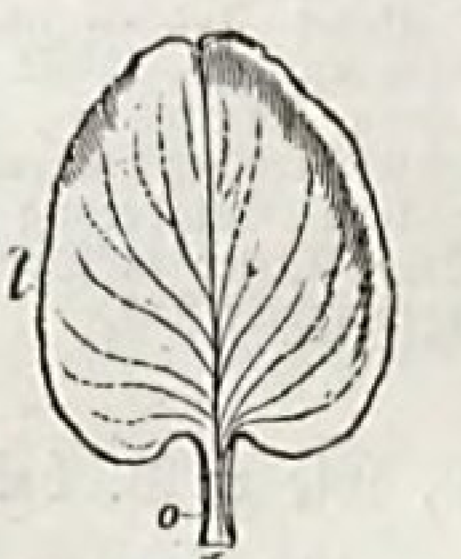


Fig. 812. Die Fahne aus der Blüthe einer Ginsterpflanze (Genista candicans). *

* l Saum oder Blattspreite; o Nagel.

Bildung des Fruchtknotens verhält sich bei den beiden anderen Familien der Hülsenfrüchtler ebenso.

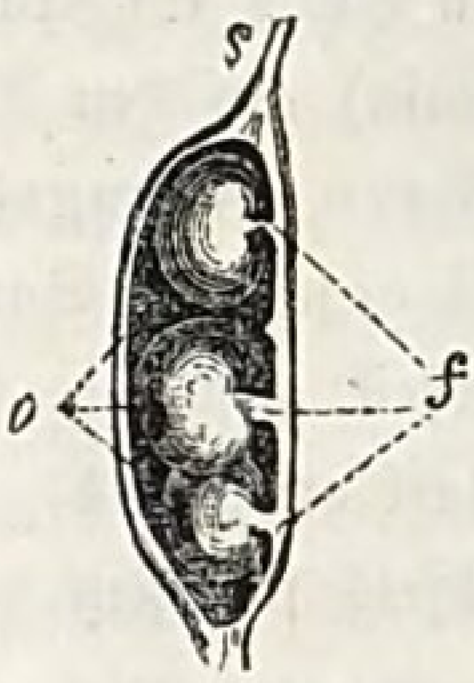


Fig. 813. Der Fruchtknoten des rundblätterigen Hauhechelstrauches (Ononis rotundifolia), senkrecht durchschnitten, vergrößert. *

* o Drei Samenknospen, deren Nabelstränge f entspringen aus dem mit der Bauchnaht des Fruchtknotens verwachsenen Samenträger, welcher die Fortsetzung der Blüthenaxe ist; s der Griffel, die Fortsetzung der mit der Rückennaht verwachsenen Blattrippe.

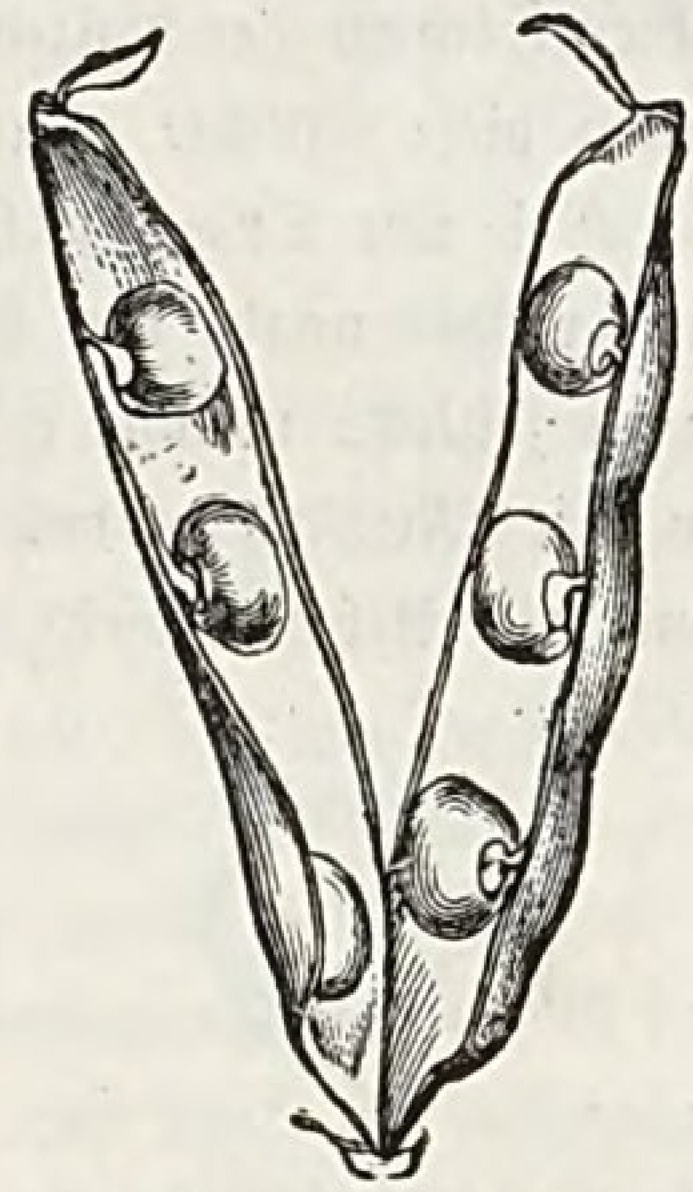


Fig. 814. Die Hülse der duftenden Blattwicke (Lathyrus odoratus), aufgesprungen. Man bemerkt unten an den beiden Klappen noch den Kelch, oben die Ueberreste des Griffels.

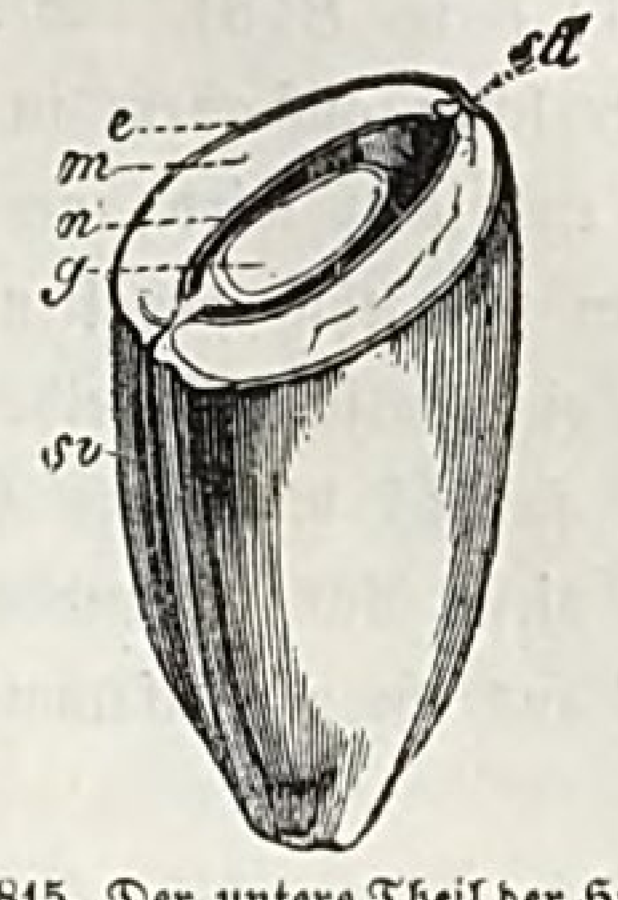


Fig. 815. Der untere Theil der Hülsenfrucht der „großen Bohne“ oder Feldbohne (Vicia faba), oben horizontal abgeschnitten. *

* sd Rückennaht, wo man den Durchschnitt der Mittelrippe des Karpellarblattes bemerkt; sv Bauchnaht, innerhalb deren der Durchschnitt des Samenträgers bemerkbar ist; e Oberhaut; m das fleischige mittlere Gewebe der Fruchtwandung; n innere zarte Hautschicht, durch die Zusammentrocknung des inneren lockeren Füllgewebes entstanden; g Samen.

Die Frucht aller Hülsenfrüchtler ist stets eine Hülsenfrucht (legumen). Die beiden Karpellarnebenblätter sind meistens ausgezeichnet blattartig, besonders bei den Erbsen, Bohnen und Wicken, und noch mehr bei dem Blasenschotenbaum (Colutea arborea), wo sie, ganz mit Luft erfüllt, wenn sie in halbreifem Zustande gedrückt werden, mit einem Knalle aufplatzen. Man erkennt in ihnen die beiden Nebenblätter sehr leicht, wenn man sie in der Naht von einander trennt. Bei der Reife springen die völlig blattartig harthautig gewordenen Hülsen in der Bauchnaht auf, wobei der Samenträger so zerreißt, daß ein Theil der Samen an der einen, ein Theil an der anderen Klappe stehen bleibt. Man sieht nun deutlich die ursprüngliche abwechselnde Stellung der Samenknospen (Fig. 814). Bei den meisten Gattungen erfüllen die Samen den Raum der reifen Hülse nur zum Theil; bei anderen bildet sich von der inneren Fläche der Fruchtwandung aus ein lockeres Zellgewebe, welches den inneren Raum gänzlich erfüllt, und in welchem daher die Samen eingebettet liegen (Fig. 815). Dieses Füllgewebe trocknet bei unseren Bohnen nahe vor der völligen Reife zu einer dünnen Haut zusammen. Bei den Tamarinden Indiens (Fig. 815 bis) wird es zu einem saftigen Fruchtbrei, trocknet indessen zuletzt auch völlig aus. — Bei anderen Gattungen wird das Füllgewebe fester und erfüllt die Zwischenräume zwischen den einzelnen Samen so völlig, daß es eine Art „falscher Scheidewände“ innerhalb der Hülse darstellt, welche letztere in Folge dessen gar nicht aufspringen kann, sondern endlich je über diesen Scheide-

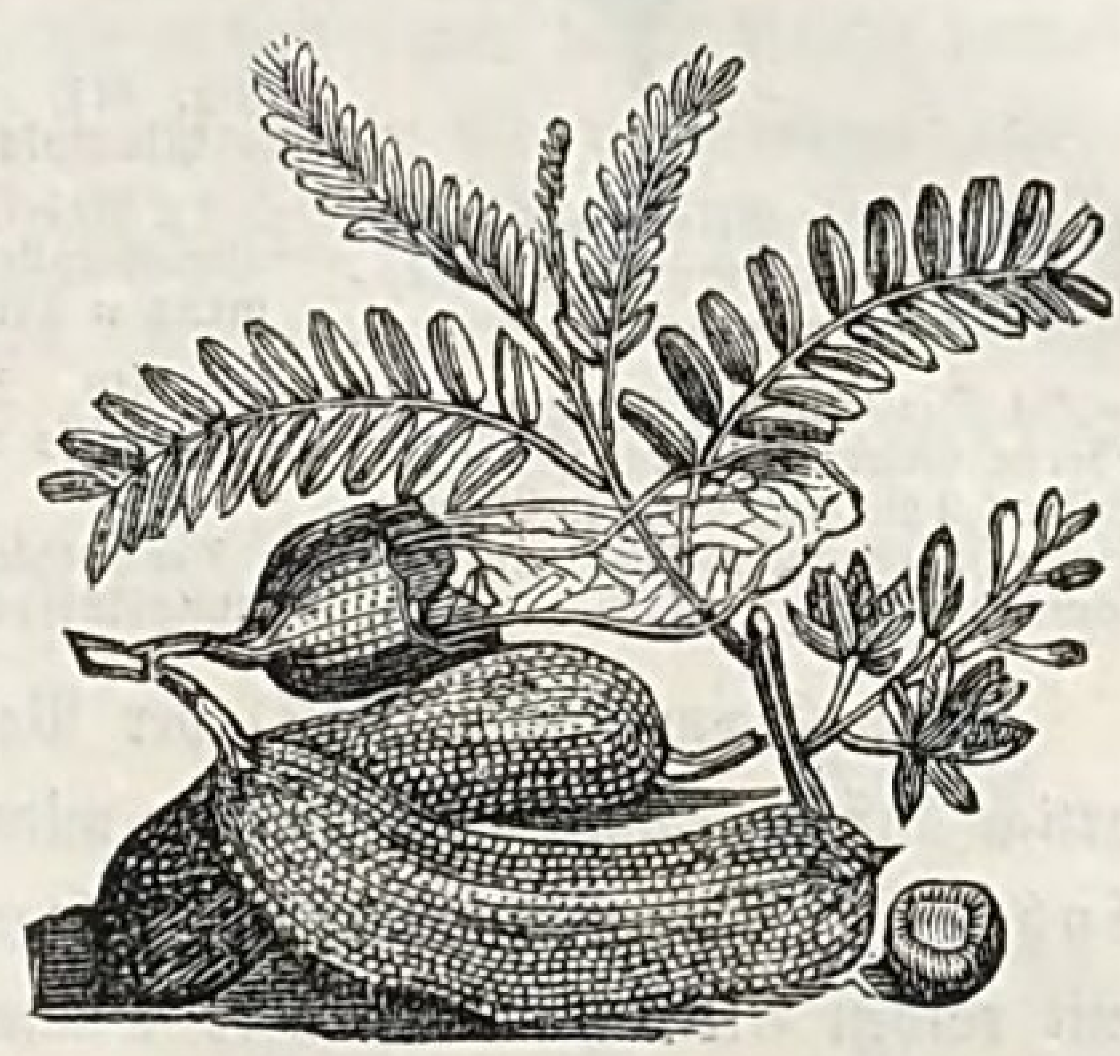


Fig. 815 bis. Ein Zweig des indischen Tamarindenbaumes (Tamarindus indica), mit Blättern und Blüthenstand; daneben reife Tamarindenfrüchte, 1/3 d. nat. Gr., in deren einer das getrocknete Fruchtmark zu sehen ist; unten rechts eines der drei Samenkörner, welche jede Hülse enthält.

wänden gliederig zerfällt. Man nennt die Frucht in diesem Falle eine Gliederhülse (Fig. 816). Sehr fest sind die Scheidewände bei den Cassien (Cassia), bei welchen außerdem in den einzelnen Fächern der walzenförmigen Hülse ein Fruchtbrei entwickelt wird, um dessentwillen diese Früchte (Cassia fistula) auf den Apotheken vorräthig gehalten werden. Bei den Tragantsträuchern (Astragalus) ragt eine falsche Scheidewand von der Rückennaht der Hülse bis gegen die Samen vor, so daß die ganze Hülse in zwei seitliche unächte Fächer getheilt erscheint. Hier geht diese Scheidewandbildung von der Mittelrippe des Karpellarblattes aus, wie man aus ihrem Zusammenhange mit den Ueberbleibseln des Griffels schließen darf.

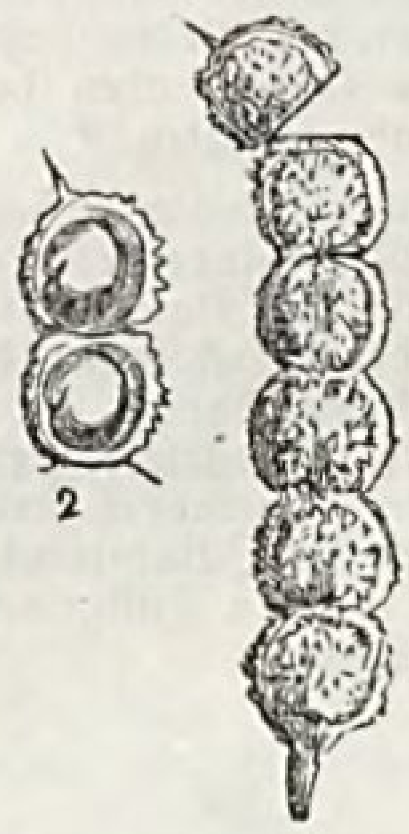


Fig. 816. Die Gliederhülsenfrucht des italienischen Süßklees (Hedysarum coronarium). *

* 1 Die Gliederhülse ganz, das oberste Glied im Begriffe abzufallen; 2 die zwei obersten Glieder, senkrecht durchschnitten, um die Scheidewände zu zeigen.

Fig. 817.



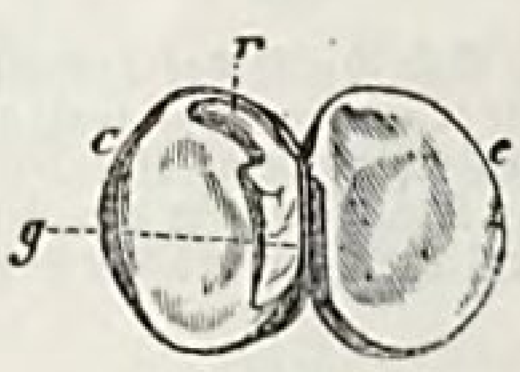


Fig. 818.

Fig. 817. Der Same der duftenden Plattwicke (Lathyrus odoratus). *

* f Nabelstrang, unter dem Samen angeschwollen und abgegliedert; c Samen; m Mikropyle.

Fig. 818. Der Embryo der duftenden Plattwicke mit auseinander gelegten Cotyledonen. *

* cc Cotyledonen; r Axenorgan; g Keimungsknöspchen.

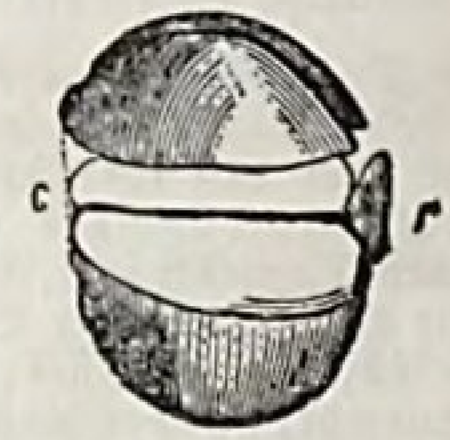


Fig. 819. Der Embryo der gemeinen Saaterbse (Pisum sativum), horizontal durchschnitten. *

* c Die Cotyledonen; der untere Theil zeigt auf dem Querschnitte die Berührungsfläche beider; r Axenorgan seitlich gebogen.

Der Same (Fig. 817) der Papilionaceen besitzt stets eine harte, pergamentartige äußere Samendecke, welche mitunter auffallend gefärbt und bei den Schminkbohnen (Phaseolus communis) sogar bisweilen bunt, weiß oder gelb oder blau mit rothen Flecken. Die innere Samendecke ist zart und weiß. Perisperm und Endosperm fehlen gänzlich; der Embryo (Fig. 818 und 819) füllt den Samen völlig aus. Derselbe besitzt zwei sehr dicke Cotyledonen und ein kleines seitlich gekrümmtes Axenorgan, über dessen Spitze äußerlich die Mikropyle als ein nadelstichähnliches Loch bemerkbar ist. Dieses Loch entdeckt man am Samen leicht, indem es sich neben dem Nabelflecke befindet. Die Zellen des Embryo sind reichlich erfüllt mit Stärkemehl und enthalten außerdem eine große Menge einer Proteinsubstanz, welche man Pflanzenkäsestoff (Pflanzencasein) oder, wegen des Vorkommens in den Hülsenfrüchten, „Legumin" genannt hat. Dasselbe gerinnt nicht durch Kochen, wie das Albumin, wohl aber durch Säuren, ganz wie der Käsestoff in der thierischen Milch. Da diese Substanz in den Samen der Papilionaceen in sehr reichlichem Verhältnisse enthalten ist, in den Erbsen 14%, in den Bohnen 22%, in den Linsen 36%, so sind diese daher ausgezeichnete Nahrungsmittel und seit den ältesten Zeiten als solche sehr vielfach angewandt. Die Samen der südamerikanischen Arachide oder Erdnußpflanze (Arachis hypogæa), welche gegenwärtig bereits in einem großen Theile von Amerika und selbst im südlichen Frankreich angebaut wird, enthalten sehr vieles und ausgezeichnet gutes fettes Oel. Das Keimen

des Samens der Papilionaceen gehört zu den bekanntesten Erscheinungen, da man dasselbe häufig vor der Aussaat durch Befeuchtung mit Wasser, sogenanntes Einquellen, hervorruft. Die außerordentliche Kraft, mit welcher die Keimung vor sich geht, ist ebenfalls allgemein bekannt, wird aber meistens ganz falsch gedeutet. Füllt man eine Flasche mit trockenen Erbsen und gießt man sodann Wasser dazu, bis die Flasche gänzlich gefüllt ist, und verstöpselt den Hals, so wird die Flasche gesprengt. Man bedient sich dieses Mittels zu anatomischen Zwecken, indem man Schädel auf die Weise in die einzelnen Knochen zerlegt, daß man durch das Hinterhauptsloch Erbsen einfüllt, Wasser hinzugießt und das Loch sodann verstopft, worauf alle Knochen aus den Nahtfugen getrieben werden. Woher diese Erscheinung? — Ist es, wie in zahllosen Büchern zu lesen, „die einsaugende Kraft", die „Kraft der Einsaugung", durch welche dieselbe hervorgerufen wird? — Nimmermehr! durch eine bloße Einsaugung könnte sich das Volumen der Erbsen unmöglich stärker vermehren, als um das Maß des hinzugegossenen Wassers, und da die aufquellenden Erbsen nicht rund bleiben, sondern sich ganz gegen einander abflächen und genau ineinander drücken, so müßten Wasser und Erbsen in Flasche oder Schädelhöhle gemeinsam Raum behalten, möchte das Wasser neben den Erbsen oder innerhalb derselben sein. Vielmehr ist es eine Folge der chemischen Vorgänge, welche das Wasser in den Zellen der Embryonen hervorruft, und durch welche innerhalb der Pflanzenzellen sich Gase entwickeln und obendrein Wärme erregt wird, deren gemeinsames Resultat die Ausdehnung sein muß. — Wegen der Festigkeit der äußeren Samendecke kann die Aufnahme des Wassers nicht überall gleichmäßig geschehen; vielmehr erfolgt diese vorzugsweise durch das minder feste Gewebe des Nabelfleckes, und zumal durch die Mikropyle. So muß dem Wurzelspitzchen des Axenorganes die Feuchtigkeit zunächst zukommen und von diesem aus die Keimung beginnen; dasselbe bricht aus der Mikropyle und dem neben dieser im Nabelflecke entstehenden Risse hervor. Auch die Cotyledonen drängen sich allmählig aus der Samendecke hervor (Fig. 820). Bei dem sogenannten „unterirdischen" Klee (Trifolium subterraneum) geht die Keimung in den Hülsen selbst vor sich, indem diese sich bei der Reife durch Krümmung ihrer Stiele zum Boden niedersenken und in denselben eindringen. Ebenso ist es bei den Arachiden (Fig. 821), deren Hülse sogar schon gleich nach dem Verblühen in den Boden eindringt und in diesem zur Reife gelangt, weßhalb man sie eben Erdnuß oder Erdeichel genannt hat.

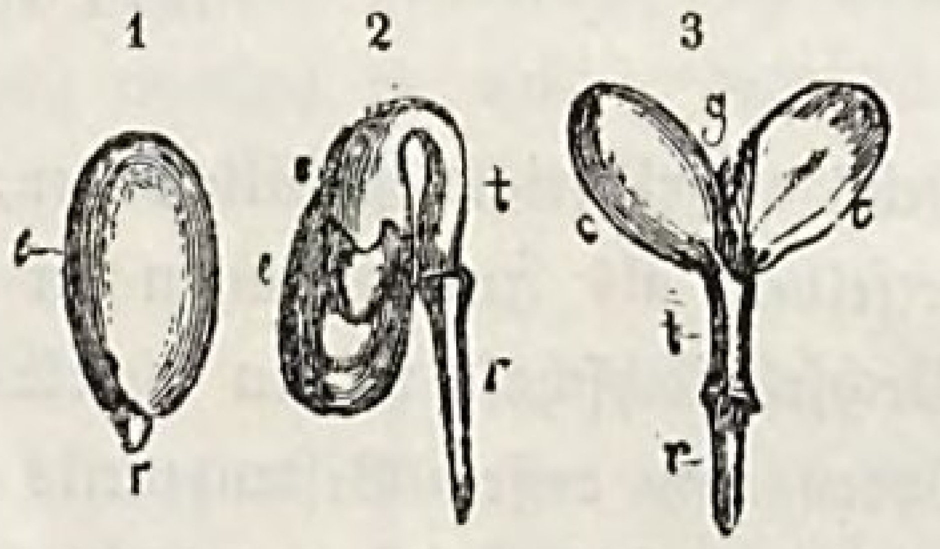


Fig. 820. Die Keimung einer Mimosee aus dem Geschlechte der Akazien (**Acacia julibrissia**). *

* 1, 2, 3 stellen die verschiedenen Stufen der Keimung dar; *e* Samendecke; *r* Würzelchen; *t* Stämmchen; *c* Cotyledonen; *g* Keimungsknöspchen.

Die Ordnung der Hülsenfrüchtler enthält mehr als 4000 Gattungen von Pflanzen, und jede Familie derselben ist reich an Nutzen für den Menschen. Einige ginsterähnliche Pflanzen, besonders der spanische Besenstrauch (Spartium junceum) und der Sunn (Crotalaria juncea), ersterer in Südeuropa, letzterer in Indien, liefern in ihrem Baste ein ausgezeichnetes Material für Seilwerk. Klee (Trifolium), Esparsette (Onobrychis), Luzerne (Medicago), Wicken (Vicia) in zahlreichen verschiedenen Arten und eine große Menge anderer, theils einjähriger,

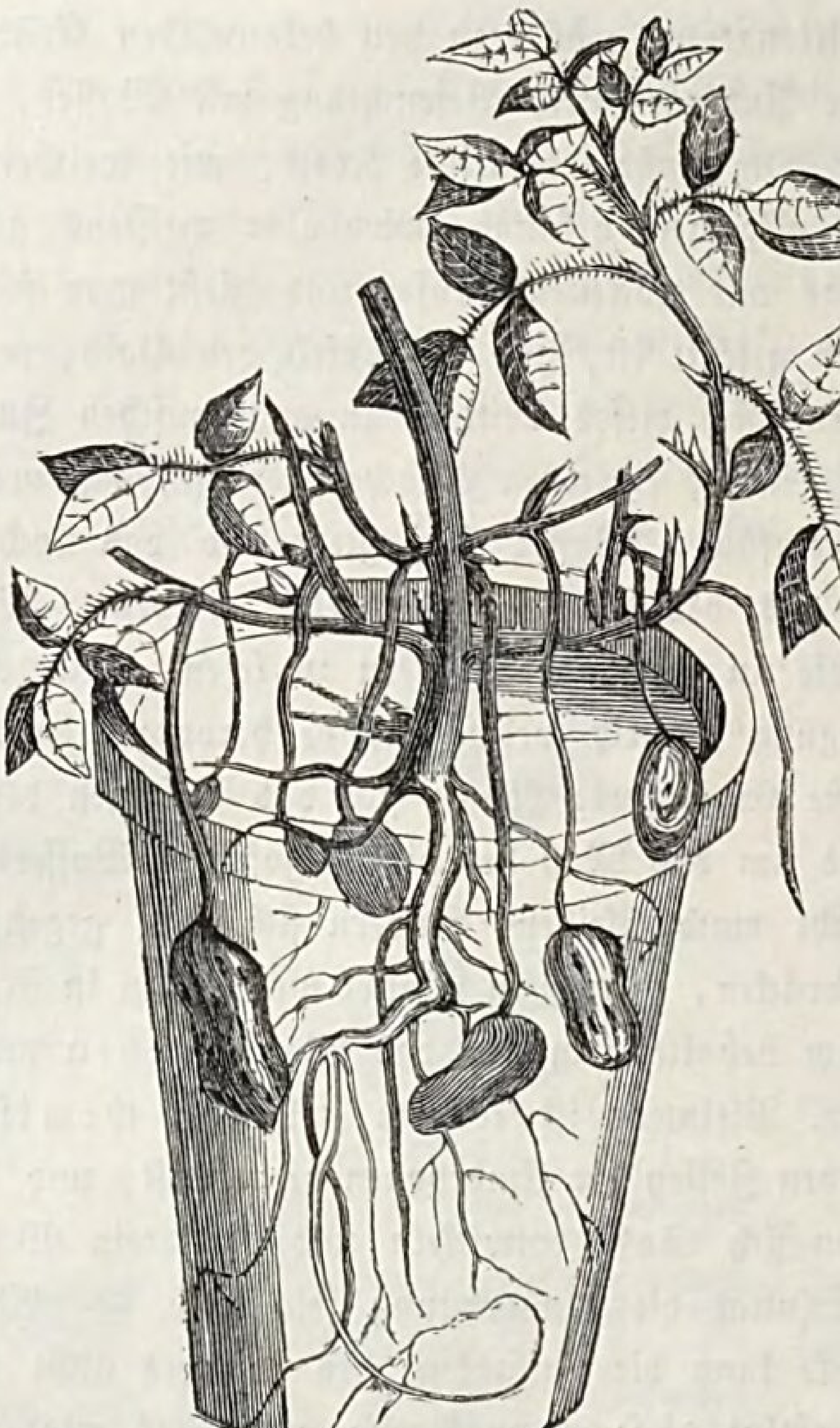


Fig. 821. Die südamerikanische Erdnußpflanze (Arachis hypogæa) aus der Familie der Cäsalpinieen, mit ihren in die Erde eingedrungenen Hülsenfrüchten.

theils mehrjähriger Papilionaceen, bilden die „Saatwiesen", indem man immer mehrere derselben als Futterpflanzen in die Reihe der Culturgewächse aufnimmt. In der Wechselwirthschaft spielen dieselben durch ihre eigenthümliche Einwirkung auf den Boden und dessen Bestandtheile eine äußerst wichtige Rolle, und kaum glaubt es heute mancher Bauer, welcher sich streng aller „Neuerungen" wehrt, daß noch vor hundert Jahren der treffliche Klee eine unerhörte Neuerung war. Wie die Erbsen (Pisum), Schminkbohnen (Phaseolus), Ackerbohnen (Vicia) und Linsen (Ervum) in Deutschland, so werden in Südeuropa auch noch die Kichern (Cicer) und Wolfsbohnen (Lupinus) ihrer mehlreichen und nahrhaften Samen wegen angebaut. In den Ländern am Mittelmeere ist der Johannisbrodbaum (Ceratonia siliqua), eine der wenigen südeuropäischen Pflanzen aus der Familie der Cäsalpinieen, durch seine für Menschen und Vieh zur Nahrung dienenden süßen Hülsen nicht unwichtig. Das saure Fruchtmark der Tamarinde ist in Indien ein allgemein beliebtes Labsal und auf unseren Apotheken ebenfalls vorräthig. Die Blätter der mit beiden vorigen der gleichen Familie angehörigen Cassien liefern als „Sennesblätter" ein vielgebrauchtes Arzneimittel. Nahe verwandt ist denselben der Tonkabaum (Dipterix odorata), dessen herrlich duftende Bohnen zu manchen Parfümerieen benutzt werden. Auch unter den Papilionaceen sind viele Gattungen, welche duftende Stoffe liefern; der Perubalsambaum (Myrospermum peruiferum)

und der Tolubalsambaum (M. toluiferum) erzeugen die Balsame, nach welchen sie benannt sind; der blaue Bockshornklee (Trigonella cœrulea) gibt in seinen Blättern das Gewürz zum Kräuterkäse. Der Süßholzstrauch (Glycyrrhiza glabra) enthält in seinem Holze den süßen Saft, welcher als Liquiritien- oder Lakrizensaft ein bekanntes Mittel gegen Brustbeschwerden ist. Die Mimoseen sind größtentheils reich an Gummi, welches unter dem Namen des arabischen Gummi (gummi arabicum) besonders aus mehreren Akazien (Acacia arabica, gummifera etc.) Arabiens und Afrika's gewonnen wird. Die Tragantsträucher, vorzüglich der Kretische (Astragalus creticus) und der Syrische (A. gummifer) enthalten dagegen Schleim, das sogenannte Traganthgummi, in reichlichster Fülle. Viele andere Papilionaceen erzeugen dasselbe Produkt in geringerem Maße. — Farbstoffe gewinnt man aus mehreren Cäsalpinieen; es gehört hieher der Campechebaum (Hæmatoxylon campechianum) Mittelamerika's, dessen sehr hartes und festes Holz, das rothe Blutholz oder Campecheholz, eines der wichtigsten Farbmaterialien ist, der Fernambukbaum (Cæsalpinia brasiliensis), von welchem das Fernambuk oder Brasilienholz kommt, wie das Braunholz vom Sappanbaume (Cæsalpinia sappan) Ostindiens und das Gelbholz von dem Bahamasappan (C. bahamensis). Unter den Papilionaceen dagegen treffen wir die wichtigsten aller Färberpflanzen, die Indigopflanzen (Indigofera tinctoria und I. anil), welche ursprünglich in Indien einheimisch, gegenwärtig aber in der ganzen heißen Zone, besonders in Mittelamerika angebaut werden. Dieselben enthalten Indigweiß (Seite 916) in sehr großer Menge. In Wasser gelegt, gerathen sie in eine Fäulniß, in Folge deren das Indigweiß sich dem Wasser mittheilt; abgeschöpft und vielfach gerührt und dadurch mit der Luft in Berührung gebracht, geht dieses über in Indiggrün und Indigblau, welches sich zu Boden setzt und getrocknet, oft aber vielfach verfälscht, in den Handel gebracht wird, und welches in neuerer Zeit den Waid mehr und mehr verdrängt. Der in Deutschland einheimische Färberginster (Genista tinctoria) wird zum Gelb- und Grünfärben benutzt.

In keiner Abtheilung der Pflanzen machen sich so auffallend, wie bei den Hülsenfrüchtlern, die Erscheinungen des Pflanzenschlafes und der Reizbarkeit; dieselben bedürfen daher hier einer näheren Erwähnung. Die Ackerbohnen (Vicia faba), der Blasenschotenbaum (Colutea arborea), die eigentlichen Akazien (Acacia) und besonders die Mimosen (Mimosa) zeigen das auffallende Phänomen, daß die Seitenblättchen ihrer Blätter sich Abends zusammenneigen. Sehr geneigt, wie der Mensch es immer ist, die eigenen Empfindungen und Bedürfnisse auch auf andere Geschöpfe zu übertragen, hat man diesen Pflanzen Müdigkeit und Schlafesruhe zugeschrieben. Indessen steht jene Erscheinung keineswegs so vereinzelt da. Bei sehr vielen, fast bei allen Pflanzen, verändert sich die Stellung der Blätter mit dem Wechsel der Tageszeit einigermaßen; der Wiesenklee (Trifolium pratense) und überhaupt alle Papilionaceen und andere Pflanzen mit besonders zarten Blättern, zeigen diesen Wechsel, und zumal die Blätter der Blumen ganz allgemein. Die Veränderungen des Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre und der Temperatur, deren Einfluß auf den Grad der Saftfülle in den Zellen, zumal zarter Pflanzengewebe, sehr bedeutend sein muß, sind die Ursache dieser Erscheinungen, welche daher bei einer großen Zahl von Pflanzen auch durch den Eintritt eines

Witterungswechsels hervorgerufen werden. Der sogenannte Pflanzenschlaf besteht im Allgemeinen in einer theilweisen oder völligen Rückkehr der Blattorgane in die Lage, in welcher sie sich im Knospenzustande befanden. Je nachdem zartwandige Zellen die obere oder die untere Fläche des Blattes bilden, muß durch vermehrte Verdunstung und Ausscheidung des Wassers eine Neigung des Blattes auswärts oder einwärts erfolgen; daher die einen Pflanzen, die sogenannten Tagschläfer, unter denselben Umständen ihre Blüthen und Blätter entfalten, unter welchen die anderen, die Nachtschläfer, die ihrigen wieder zusammenfalten. Während die große Mehrheit der Pflanzen ihre Karpelle bei völliger Austrocknung öffnet, schließen die der Mesembryanthemeen (Seite 990) unter dem gleichen Einflusse um so fester zusammen und öffnen sich dagegen bei feuchter Zeit. Da die Abscheidung des Wassers aus den Blättern der Pflanzen nicht sowohl eine einfache Verdunstung, als vielmehr das Resultat der in den Zellen vor sich gehenden chemischen Prozesse ist, da ferner die chemischen Prozesse großentheils unter dem Einflusse des Lichtes allein vor sich gehen, oder wenigstens in lebhafterer Weise vor sich gehen, als im Dunkeln, ja zum Theil sich geradezu umkehren (Seite 842), so begreift sich hieraus gar wohl, daß bei vielen Pflanzen weniger der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre, als das Licht von Einfluß sein muß auf das Schlafen oder Wachen der Pflanze, ebenso wie auch die Richtung der meisten Pflanzen nach dem Lichte, dagegen die Abneigung weniger anderer (Schattenpflanzen) sich aus einem Einflusse auf die chemischen Vorgänge und dadurch die Vermehrung der Pflanzenzellen gar wohl erklärt.

Einige Bewegungen, welche bei Pflanzen aus der Familie der Mimoseen, sowie bei einer Papilionacee beobachtet werden, scheinen eine so einfache Deutung kaum zuzulassen und sind noch mehr, als obige, vielfach als Beweise angesehen worden, daß die Pflanzen Empfindungsvermögen und Willkür besitzen. Die schüchterne Mimose (Mimosa pudica) und mehrere nahe verwandte Pflanzen, aber auch einige Oxalideen (Seite 1035) zeigen einen mehr oder weniger plötzlichen Uebergang in den Zustand des „Schlafes", sobald man die Blätter derselben berührt, besprengt, brennt u. s. w., ja, erstere Gattung macht dabei die auffallendsten Bewegungen. Sie legt die Fiederblättchen rasch zusammen und drückt dieselben eng an die Mittelrippen, letztere aber neigen sich, wie geknickt, abwärts. Langsam und fast unmerklich heben sich später die Blattrippen und entfalten die Fiederblättchen sich wieder. Selbst wenn man in der Nähe der Pflanze auf den Boden stampft, erfolgt die gleiche plötzliche Bewegung, welche mit den Wirkungen eines Schreckes auf die Thiere große Aehnlichkeit darbietet. In der That muß der Eindruck höchst wunderbar sein, welchen ein Reiter empfängt, welcher durch ein Mimosengesträuch galoppirt und bei jedem Hufschlag rechts und links die vorher so schön im Sonnenscheine ausgebreiteten fiederblätterigen Fächer zusammenfahren und schlaff niedersinken sieht. Dennoch scheint die Erklärung des Phänomens nur in physikalischen und chemischen Verhältnissen gesucht werden zu müssen, welche mit manchen Eigenthümlichkeiten im Gewebe jener Blätter zusammentreffen, um einen Zustand der Spannung zwischen den verschiedenen Theilen zu erzeugen, zu dessen plötzlicher Störung eine geringe Anregung von außen genügt. Nicht minder auffallend und unerwartet, aber unmittelbarer an chemisch-physikalische Vorgänge erinnernd, sind die Bewegungen des schwingenden Hedysarum (Hedysarum gyrans), einer unserer Esparsette nahe verwandten Pflanze

Ostindiens. Die den Luzerneblättern ähnlichen Blätter dieses Gewächses sind in einer fortwährenden Bewegung, so lange dasselbe im Wachsthume begriffen ist und die zu diesem nothwendigen Bedingungen, besonders auch die Wärme, nicht fehlen. Die Blättchen senken sich ruckweise und heben sich wieder, unter dem Klima Ostindiens mitunter in jeder Sekunde einmal, in den europäischen Treibhäusern langsamer, oft nur einmal in der Minute. So nahe hier die Erklärung dieser rhythmischen Bewegungen zu liegen scheint, indem man kaum zweifeln kann, daß es chemische Vörgänge sind, durch welche bis zu einem gewissen Grade eine Spannung im Gewebe der Blätter hervorgebracht wird, und daß plötzlich nach Ueberschreitung dieses Grades ein Ausweg zur Entfernung der Ursache der Spannung sich öffnet, aber alsobald auch wieder verschließt, bis daß der gleiche Grad der Spannung von Neuem erreicht ist — so konnte man doch bis jetzt noch nicht zur wirklichen Ermittlung der angedeuteten Vorgänge gelangen, und somit bleibt auch diese Erscheinung einstweilen noch räthselhaft.

Rückblick.

Wir haben die Organisation der Pflanzen durch die wunderbare Abstufung und Formenmannigfaltigkeit hindurch verfolgt, in welcher dieselbe uns entgegentritt. Die Klasse der Dicotyledoneen zeigte uns dieselbe in ihrer höchsten Vollendung. Sie ist die jüngste unter den Klassen des Pflanzenreiches in der Schöpfung. Spärlich nur erscheinen einzelne ihrer Mitglieder in den Schichten der Kreideformation, spärlich auch finden sie sich noch in der Eocen- und selbst in der Miocenperiode. Die ersten Dicotyledoneen, von welchen erkennbare Spuren bekannt sind, gehören derjenigen Ordnung an, bei welcher die Form der Blüthen am meisten noch erinnert an die der Coniferen, nämlich der Ordnung der Troddelträger. Es sind die Blätter der Crednerien (Credneria), welche Haselblättern ähnlich waren, sodann Juglandeen, Betulaceen, Ulmaceen und Acerineen, welche theils ihre Blätter, theils ihre Hölzer in erkennbarem Zustande, erstere meistens nur in Abdrücken, letztere theils verkieselt, theils in Braunkohle verwandelt zurückgelassen haben. So-

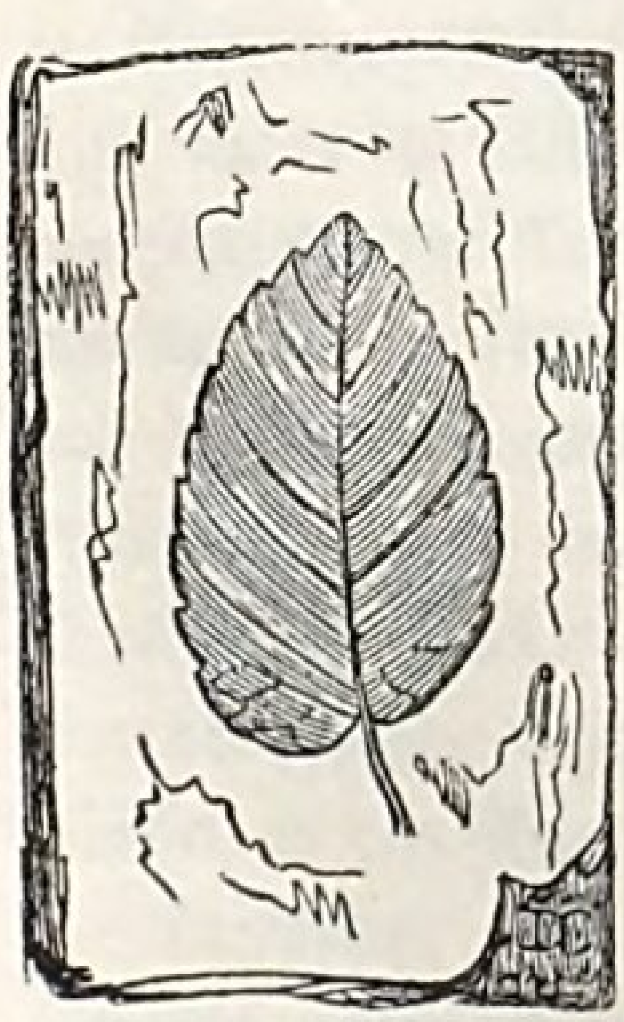


Fig. 822. Abdruck eines Ulmaceenblattes aus der Molassenformation.

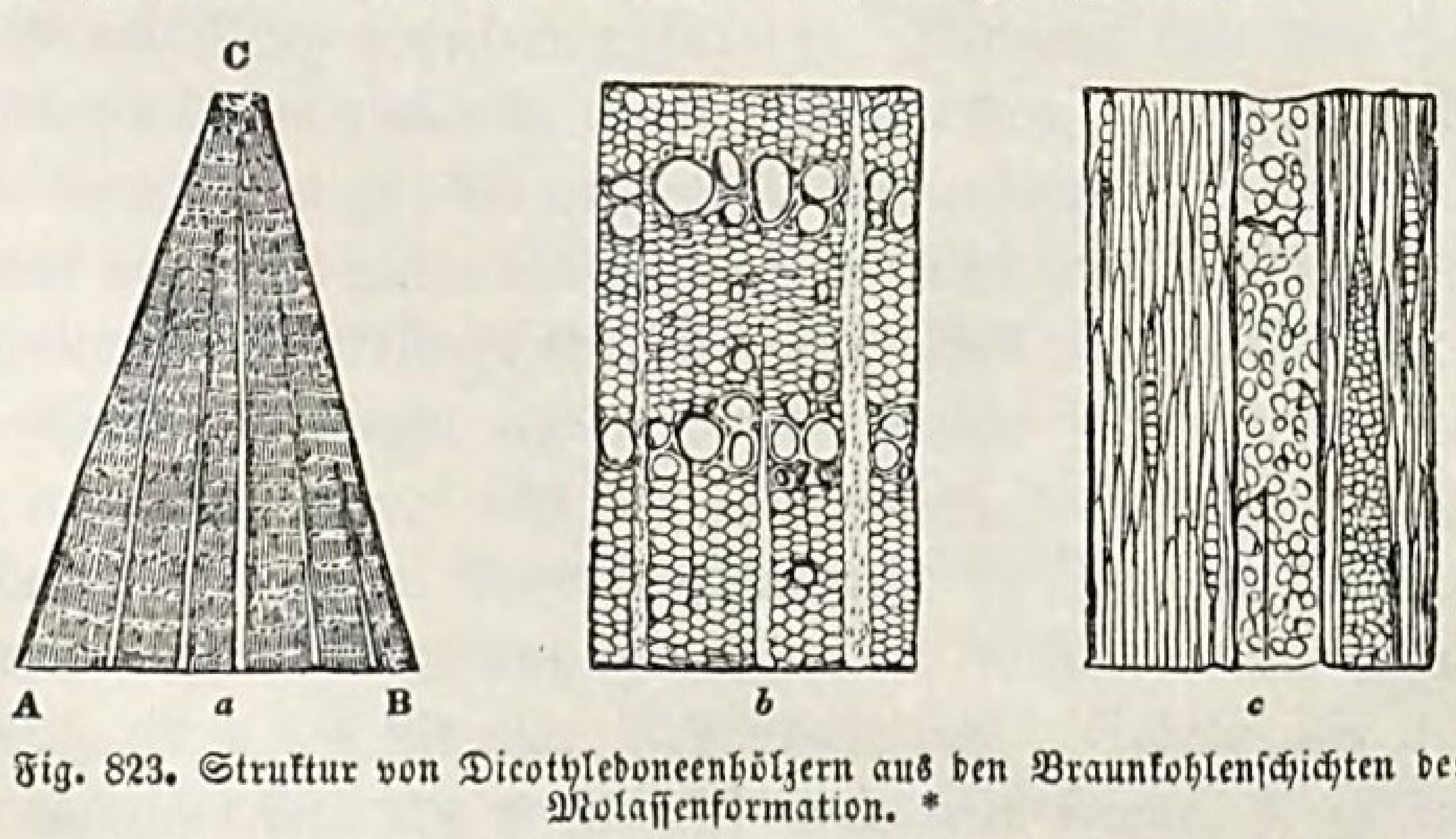


Fig. 823. Struktur von Dicotyledoneenhölzern aus den Braunkohlenschichten der Molassenformation. *

* *a* Ein Theil des Querschnittes eines dicotyledonischen Stammes in nat. Gr. C Mark; AB Umfang. — *b* Ein Stück dieses Querschnittes vergrößert; man bemerkt die Markstrahlen und die großen Oeffnungen der den Jahresringen entsprechenden Luftgefäße. — *c* Ein senkrechter Schnitt quer durch die Markstrahlen, vergrößert; man bemerkt die Markstrahlen, die Prosenchymzellen und ein großes getüpfeltes Luftgefäß.

wie die Dicotyledoneen mehr und mehr zunahmen, sind die Cykadeen in Europa vollends, die Monocotyledoneen mehr und mehr und von letzteren die vollkommensten Familien vorzugsweise verdrängt worden; die Coniferen, deren alte Gattungen gleichfalls erloschen, haben in ihren neuen Formen sich nur auf den Gebirgen und in den kälteren Zonen halten können, wo der neu aufgetretenen Klasse nur eine kümmerlichere Entwicklung möglich war. Jetzt erst sind wir im Stande, die Stellung der Coniferen in der Natur völlig zu würdigen. Sie nähern sich den Dicotyledoneen in der Anordnung der Gewebe und in ihrem Wuchse, während sie in der Bildung der Fortpflanzungsorgane hinter den Monocotyledoneen weit zurückstehen. Sie waren die Vorläufer von beiden, gemischte Naturen, wie so viele Gruppen von Pflanzen und Thieren früherer Perioden der Schöpfung, welche als Vorläufer zukünftiger höher entwickelter Geschöpfe auftraten, deren Naturen sie in sich vereinigten, und welchen sie später die sich verjüngenden Fluren der Erde räumen mußten. Auch im Pflanzenreiche liegt vor uns, wie im Thierreiche, ein Bild steter Verjüngung der Schöpfung und eines stetigen Fortschrittes zu höherer Vervollkommnung und Mannigfaltigkeit.

Fünfter Abschnitt.

Die Naturgeschichte der Steine

oder

Mineralogie.

Erster Theil.

Krystallologie.

Uebersicht der Krystallologie.

1. Isometrisches System.	4. Orthorhombisches System.
2. Quadratisches System.	5. Klinorhombisches System.
3. Hexagonales System.	6. Klinorhomboidisches System.

I. Das Isometrische System.

Krystalle und Krystallisation. Legt man gewöhnlichen käuflichen Alaun in reines Wasser (Regenwasser), so löst sich derselbe darin auf. Vermehrt man den Alaunzusatz in einem gewissen Quantum von Wasser, so tritt endlich, je kälter das Wasser ist, desto früher, ein Punkt ein, wo die Alaunstücke ungelöst am Boden liegen bleiben und trotz allem Rühren und Schütteln sich nicht mehr auflösen. Das Wasser ist mit Alaun gleichsam gesättigt. Erwärmt man aber jetzt das Wasser, so löst sich der Alaun wieder in immer steigender Menge, und es nimmt die Auflösungsfähigkeit fortwährend zu, bis daß das Wasser anfängt zu sieden. Nun tritt wieder ein Stillstand ein, nicht etwa, weil bei einer den Siedepunkt (100° Cels.) überschreitenden Temperatur die Auflösungsfähigkeit des Wassers nicht größer wäre, als bei der einfachen Siedhitze, sondern weil man das Wasser in einem Gefäße, aus welchem Dampf entweichen kann, nicht über 100 Grad zu erhitzen vermag, ohne daß es sich in Dampf verwandelt. Jedes Tröpfchen des Wassers, welches eine höhere Temperatur erhält, wird Dampf und entweicht; das Wasser, welches noch tropfbar flüssig erscheint, ist daher nie über 100 Grad heiß. Sobald also das Wasser so viel Alaun aufgelöst hat, als es bei 100 Grad lösen konnte, so gelingt die Auflösung eines weiteren Zusatzes nicht mehr. Das Wasser ist nun wieder gesättigt, aber es enthält viel mehr Alaun gelöst, als es bei der Temperatur der gewöhnlichen Luft zu lösen im Stande wäre. Läßt man die heiße Alaunlösung nun

allmählig erkalten, so scheidet sich wieder so viel von dem Alaun aus derselben in fester Masse ab, daß die Lösung bei jedem Temperaturgrade eben immer noch gesättigt ist. Der feste Alaun, welcher sich wieder abscheidet, sammelt sich auf dem Boden des Gefäßes oder, wenn man etwa ein Hölzchen oder Fäden in die Flüssigkeit hineingehängt hat, auch an diesen. Derselbe erscheint in kleinen glasglänzenden, regelmäßig vieleckig gestalteten Körperchen oder Polyedern, welche, indem sie sich vergrößern, immer dieselbe regelmäßige Form beibehalten. Die regelmäßig polyedrische Gestalt rührt daher, daß weder in allen Richtungen in gleichem Verhältnisse, noch auch in einem ganz regellos ungleichen Verhältnisse die sich ausscheidende Alaunmasse sich zusammenhäuft, sondern daß die Zusammenfügung der Massentheilchen in gewissen Richtungen vorherrschend und gleichzeitig vor sich geht. Die zusammengefügten Theilchen halten sehr fest zusammen; sie scheinen mit einander eine ganz einige Masse zu bilden. Die Kraft, welche sie zusammenfügte und zusammenhält, nennt man Kohäsionskraft, es ist dieses eine Kraft, welche man aus ihrer Wirkung kennt, und welche eine allgemeine Eigenschaft aller Stoffe ist, welche sich jedoch vorzugsweise unter Massentheilchen von gleichartiger Substanz äußert. Bei der Zusammenfügung der aus der Lösung sich abscheidenden Alauntheilchen hat offenbar die Kohäsionskraft in gewissen Richtungen vorherrschend gewirkt; dieses beweist die regelmäßige Form der Körperchen, welche sich gebildet haben. Man nennt diese Polyeder Krystalle und ihre Bildung Krystallisation. Die Alaunkrystalle haben bei dem beschriebenen Verfahren sämmtlich stets ganz die nämliche und immer gleiche Gestalt (Fig. 824).

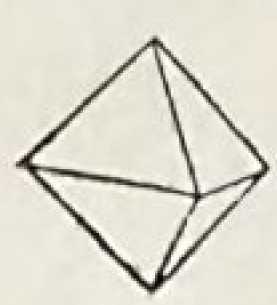


Fig. 824. Ein Alaunkrystall. Reguläres Oktaeder.

Acht spiegelglatte ebene Flächen umschließen jedes derselben, jede Fläche ist ein vollkommen regelmäßiges gleichseitiges Dreieck; je vier Flächen bilden zusammen einen Gipfel, und jede einzelne der acht Flächen nimmt mit ihren dreien Winkeln an der Bildung dreier Gipfel Antheil. Folglich werden $(3 \times 8) : 4$, dreimal acht, dividirt durch vier, Gipfel gebildet, also sechs Gipfel. Man nennt einen solchen Körper ein Oktaeder oder einen Achtflächner. Die Gleichheit und Gleichseitigkeit der Dreiecke steht in nothwendigem Zusammenhange mit dem Umstande, daß die Neigung je zweier Flächen, welche mit einander eine Kante bilden, stets ganz den gleichen Winkel bildet. Es beträgt dieser Kantenwinkel bei allen Kanten des Alaunoktaeders $109^\circ\ 28'\ 16''$. Dieser Umstand steht wieder in unzertrennlichem Zusammenhange mit der völligen Gleichheit der Entfernung je zweier Gipfel, welche man sich vermittelst einer geraden Linie durch den Mittelpunkt des Krystalls verbunden denken kann. Eine solche, zwei gegenüberliegende Gipfel verbindende Linie nennt man eine Axe. Im Oktaeder kann man sich drei derartige, genau gleich lange Axen denken, und diese kreuzen sich im Mittelpunkte desselben so, daß sie genau rechte Winkel mit einander bilden. Alle gleichnamigen Theile (Flächen, Kanten, Gipfel, Axen) sind somit bei dem Alaunoktaeder völlig gleich, so daß man stets ganz dieselbe Erscheinung vor sich hat, mag man das Oktaeder auf den einen Gipfel oder auf den andern Gipfel gestellt denken, oder mag man es auf der einen oder andern Fläche ruhen lassen. Man nennt ein solches Oktaeder daher ein regelmäßiges oder reguläres Oktaeder, oder auch, weil das gleiche Maß der Axenlänge, der Seiten der dreieckigen Flächen, der Kantenwinkel und überhaupt aller gleichnamigen Theile

die Ursache der Regularität ist, ein gleichmäßiges oder isometrisches. — Setzt man auf eine der Flächen des Alaunoktaeders ein Messer in der Weise, daß die Fläche der Messerklinge parallel liegt mit einer Oktaederfläche, und schlägt man sodann auf das Messer, so spaltet der Krystall mit ziemlicher Leichtigkeit. Wiederholt man dasselbe Verfahren möglichst gleichmäßig parallel allen acht Flächen des Oktaeders, so erhält man als Ueberrest einen Kern, welcher eben wieder ein reguläres Oktaeder ist, und man kann, so weit es die mechanischen Hülfsmittel irgend erlauben, diesen Kern immer mehr und mehr verkleinern (Fig. 824, a). Ja, auch aus den abgespalteten Stücken kann man zahllose kleine Oktaeder durch Spaltung darstellen. In jeder beliebigen Richtung, welche nicht mit einer der Oktaederflächen parallel ist, findet das Messer nicht allein viel größeren Widerstand, sondern es erfolgt überhaupt gar keine eigentliche Spaltung, vielmehr entsteht durch Anwendung von Gewalt ein „muscheliger", d. h. krummflächiger Bruch, wie beim Zerschlagen eines dicken Glases. Man sieht hieraus, daß ein regelmäßiges Gefüge der Massentheilchen stattfindet, in Folge dessen die letzteren in gewissen, mit den äußeren Krystallflächen in bestimmter Beziehung stehenden Richtungen inniger zusammengehalten sind, während sie in andern leichter getrennt werden können.

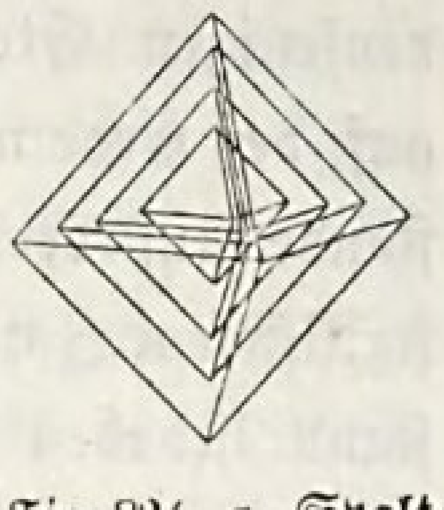


Fig. 824, a. Spaltbarkeit des Alaunoktaeders.

Krystallinische Massen. Wenn man eine Alaunlösung, aus welcher Alaun sich abscheidet, während der Erkaltung rührt, so werden die Massentheilchen verhindert, sich in einigen wenigen Krystallen zu vereinigen. Vielmehr entstehen nun sehr viele kleine Krystalle. Wenn solche zahlreich und selbst auf einander gehäuft am Boden des Gefäßes liegende Krystalle allmählig größer werden, so müssen sie sich bald gegenseitig mit Ecken, Kanten oder Flächen berühren und somit den weiteren Massenzuwachs an den Berührungsstellen verhindern. In den Zwischenräumen schalten sich theils noch neue kleine Krystalle ein, theils setzt sich hier die Masse, so weit es möglich ist, noch immer in regelmäßiger Weise auf den Flächen der schon vorhandenen Krystalle ab. Die Zwischenräume füllen sich dadurch gänzlich aus und es bildet die ganze Alaunmasse am Boden eine Kruste, deren Oberfläche zahlreiche kleine regelmäßige Ecken von Alaunkrystallen zeigt. Die Krystalle hangen ziemlich fest an einander, indem die Kohäsionskraft sich auch zwischen den Massentheilchen verschiedener Krystalle, welche sich bei ihrer Entstehung berührten, geltend macht. Doch zerbricht schon bei einem leichten Schlage die ganze Masse und zeigt dabei auf dem Bruche, je nach der Größe der Krystallkörperchen, welche sich ausbilden konnten, mehr oder minder deutlich glänzende, spiegelnde Flächen. Die einzelnen Krystalle erscheinen als eckige Körnchen. Man nennt dergleichen durch „gestörte Krystallisation" entstandene Massen krystallinisch körnig. Die Krystallkörnchen können dabei unter Umständen so klein bleiben, daß das bloße Auge sie nicht erkennt, sondern eine dichte Masse zu sehen glaubt, in welcher bisweilen hie und da ein flimmernd spiegelndes Pünktchen eine Krystallfläche verräth. In andern Fällen sind die Körnchen bemerkbarer, ohne jedoch eine deutliche Erkennung zuzulassen; oder sie sind so groß, daß man ihre Flächen bestimmen und regelmäßig spalten kann. Man unterscheidet danach dichte, feinkörnige und grobkörnige krystallinische Massen. —

Allgemeinheit der Krystallisationsfähigkeit. Alle Elementarstoffe,

sowie alle chemischen Mischungen ersten, zweiten, dritten ... Grades können krystallisiren — wenigstens glaubt man nach vielfachen anderen Beobachtungen vermuthen zu dürfen, daß auch diejenigen Substanzen einer Krystallisation fähig sind, welche man noch nie in Krystallformen angetroffen hat; eben so gut, wie man theoretisch die Schmelzbarkeit aller Stoffe annehmen kann, auch wenn man, aus Mangel eines Mittels, den nöthigen Wärmegrad hervorzubringen, diese Schmelzung nicht durch das Experiment zu zeigen im Stande ist, und wie man eine Erstarrbarkeit auch bei denjenigen Stoffen voraussetzt, welche selbst bei dem höchsten bekannten Kältegrade auf der Erde noch flüssig oder gar gasförmig sind. Eben die nur in gasförmigem Zustande auf der Erde vorkommenden Stoffe sind es, welche wir noch nicht in krystallisirtem Zustande gesehen haben; denn die Flüssigkeit — und der gasförmige Zustand ist eben der höchste Grad von Flüssigkeit — ist bedingt durch eine nicht allein überall geringe, sondern vorzüglich auch durch eine völlig gleichmäßige Wirkung der Kohäsionskraft zwischen den Massentheilchen in allen verschiedenen Richtungen, während die Krystallisation, wie wir gesehen haben, eben in einer vorherrschenden Wirkung der Kohäsion in einigen wenigen bestimmten Richtungen begründet ist. Jede Substanz ist daher durchaus nicht mehr in krystallisirtem Zustande, sobald sie geschmolzen oder in Gas verwandelt ist; wogegen sich wohl denken läßt, daß in einer Auflösung außerordentlich kleine krystallisirte Massentheilchen nur durch die feine Zertheilung mit Hülfe einer anderen Flüssigkeit beweglich und somit in sich gleichwohl in einem Zustande wären, welcher eine Wirkung der Kohäsion in gewissen vorherrschenden Richtungen keineswegs ausschlöße.

Krystallisation durch Verdampfung. Schüttet man Kochsalz in Wasser, so wird dasselbe aufgelöst; jedoch tritt auch hier endlich ein Sättigungspunkt ein, nämlich sobald man in 74 Gewichtstheilen Wassers etwas mehr als 26 Gewichtstheile Kochsalzes aufgelöst hat. Das über dieses Verhältniß hinaus zugeschüttete Kochsalz bleibt ungelöst am Boden des Gefäßes liegen. Erwärmt man das Wasser, so wird nicht allein nichts desto weniger keine Spur Salzes weiter aufgelöst, sondern vielmehr scheidet sich solches ab, sobald durch die beginnende Verdampfung des Wassers dieses sich nur im Geringsten vermindert. Das sich abscheidende Kochsalz besteht ebenfalls aus regelmäßigen geometrischen Polyedern und ist parallel den Flächen derselben spaltbar, es ist krystallisirt, wie jener Alaun, und man gewinnt unser Kochsalz fast ausschließlich dadurch, daß man auf den Salinen die Wasser der Soolquellen, welche natürliche Kochsalzlösungen sind, siedet und dadurch verdampft.

Man findet sehr viele verschiedene Substanzen in Wassern aufgelöst (Seite 24); die meisten derselben bleiben, wenn das Wasser verdampft — geschehe dies durch künstliche Erwärmung oder unter dem Einflusse der Luft- und Sonnenwärme — in fester Masse zurück und nehmen, indem sie fest werden, eine regelmäßige Krystallform an. Die Krystallformen sind nicht etwa immer die nämlichen, welche wir beim Alaun kennen lernten; schon die des Kochsalzes haben eine andere Form, und wir werden später Gelegenheit haben, uns zu überzeugen, daß diese Formen außerordentlich verschiedenartig sein, und daß dieselben zur Erkennung der Substanzen eben so gut dienen können, wie wir die Thiere und Pflanzen an ihren, freilich mit den Krystallformen durchaus nicht vergleichbaren, Formen erkennen können. Im

Meerwasser, welches ein widerliches Gemisch von salzigem und bitterem Geschmacke besitzt, ist Kochsalz (Chlornatrium) neben Glaubersalz (schwefelsaur. Natron), Bittersalz (schwefelsf. Talkerde) und Gyps (schwefelsf. Kalkerde) enthalten. Läßt man solches Wasser verdampfen, so scheiden sich jene Salze ab, allein das eine früher, das andere später — zuerst der Gyps, sobald nämlich das Wasser nicht mehr das Fünfhundertfache seines Gewichtes beträgt; denn so viel braucht es zur Lösung dieser Substanz. Aber auch diejenigen Salze, welche gleichzeitig krystallisiren, sind nun, trotzdem, daß die Krystallchen derselben ganz die gleiche weiße Farbe besitzen und vielfach durcheinander gemengt liegen, sehr gut zu unterscheiden, indem sie ganz verschiedene Krystallformen zeigen, nach welchen man sie erkennen und sortiren kann. Löst man gewöhnlichen käuflichen Salpeter neben Kochsalz in dem nämlichen Wasser auf und läßt man das Gefäß an einem warmen Orte stehen, damit das Wasser recht allmählig verdampfe, so scheiden sich die beiden Salze in ziemlich großen Krystallen ab. Da aber die Kohäsionskraft, indem sie die Krystallisation bewirkt, nur auf die Massentheilchen von gleichartiger Substanz sich erstreckt, so bilden die Salpetertheilchen nicht mit den Kochsalztheilchen gemeinsame Krystalle, sondern jede Substanz stellt ihre eigenen Krystalle dar, welche man an der Form sehr leicht unterscheiden kann. Man benutzt daher die Krystallisation in den Gewerben sehr häufig, um sich völlig reine Substanzen zu verschaffen. —

Krystallisation aus dem Schmelzflusse. Erhitzt man Wismuthmetall in einem Schmelztigel, so fängt es endlich an zu schmelzen, d. h. die Kohäsion wird durch die erhöhte Temperatur so weit aufgehoben, daß die Massentheilchen nun ganz dem Gesetze der Schwere folgen, indem sie sich in völliges Gleichgewicht setzen, wie die Wassertropfen in einem Gefäße. Man nennt diesen durch die Temperatur bedingten flüssigen Zustand den Schmelzfluß. Läßt man die geschmolzene Wismuthmasse allmählig erkalten, so krystallisirt dieselbe, während sie in den rigiden Zustand zurückkehrt. An der Oberfläche und an der Wandung des Gefäßes werden zuerst Theilchen rigide, und zu diesen gesellen sich neue erkaltende Theilchen, während die Kohäsion in gewissen Richtungen, den Krystallaxen, sich vorherrschend äußert. Durchbricht man, bevor noch die ganze Metallmasse erstarrt ist, die oberflächliche Decke und gießt die innere, noch flüssige Masse aus, so sieht man in der Höhlung zahlreiche Krystalle, welche von der Wandung des Gefäßes und von der Oberfläche, wo die Erkaltung zuerst begonnen hat, in den inneren Raum hereinragen — ebenso wie beim Erkalten des schon bei gewöhnlicher Temperatur im „Schmelzflusse" befindlichen Wassers, sobald die Erkaltung einen gewissen Temperaturgrad, den „Gefrierpunkt," überschreitet, Wasserkrystalle sich bilden, welche als „Eisnadeln" in die noch flüssige Wassermasse hereinragen und nach Abgießung des Wassers näher betrachtet werden können. Läßt man dagegen bei obigem Versuche die ganze Wismuthmasse erstarren, so fügen sich neue Krystalle zwischen die zuerst gebildeten, und es entsteht eine krystallinische Masse. Auch das Eis auf unsern Flüssen und das Eis der Gletscher, sowie der Schnee ist eine krystallinische Masse.

Krystallisation aus dem Gaszustande. Bei manchen Substanzen geschieht unter Umständen der Uebergang aus dem Gaszustande in den rigiden Zustand in der Weise, daß sehr kleine Massentheilchen einzeln in feinster Vertheilung in den flüssigen und aus diesem in den rigiden Zustand übergehen, bevor

noch andere Massentheilchen ebenfalls auf jene Vermittlungsstufe gelangt sind. Man bemerkt alsdann den flüssigen Zustand gar nicht, oder doch nur als einen Nebel, und während dieser einerseits durch die feine Vertheilung der Tröpfchen dem noch gasförmigen Theile der Substanz ähnelt, glaubt man andererseits den rigide gewordenen Theil unmittelbar aus dem Gase entstehen zu sehen. Der in der Luft befindliche Wasserdunst (Wassergas) wird durch Abkühlung zu äußerst feinen Tröpfchen, welche noch in der Luft schwebend, den Nebel und das Gewölk bilden. Bei stärkerer Abkühlung bis unter den Gefrierpunkt gruppiren sich die rigide werdenden Wassertheilchen zu Krystallen und hängen sich entweder als Reif an Gegenstände, welche kälter sind, als die Luft, und welche somit das Erstarren der Wassertheilchen befördern, oder aber sie fallen zu Flocken zusammengehäuft als Schnee herab. Wenn man Salmiak oder Arsenikblüthe (arsenige Säure, „weißes Rattengift") erhitzt, so gehen diese Substanzen in den Gaszustand über (sie verdunsten, „sublimiren"), setzen sich aber an irgend einem kühlen Gegenstande wieder in rigidem Zustande an, indem die Tröpfchen, welche den Vermittlungszustand bilden, ihrer Kleinheit wegen gar nicht bemerkt werden. Auch Salmiak und Arsenikblüthe krystallisiren, indem sie so in den rigiden Zustand übergehen. Viele andere Substanzen bieten die nämliche Erscheinung dar. Man nennt den beschriebenen Vorgang auch Sublimation.

Amorphismus. Uebrigens würde man gar sehr irren, wenn man annehmen wollte, es sei der Uebergang in den rigiden Zustand stets und nothwendig mit Krystallisation verbunden. Schmilzt man Schwefel, wie bei dem oben erwähnten Versuche das Wismuthmetall, und läßt man denselben sodann langsam erkalten, so krystallisirt derselbe ebenfalls, indem er in den rigiden Zustand zurückkehrt. Durchbricht man die oberste starre Kruste, welche sich beim Erkalten bildet, bevor noch die ganze innere Schwefelmasse rigide geworden ist, und läßt man den noch flüssigen Theil ausfließen, so sieht man in der Höhlung unzählbare Krystalle, welche von den Wandungen und der Oberfläche, wo die Erkaltung zuerst begonnen hat, in den Hohlraum hereinragen. Wenn man aber den geschmolzenen Schwefel sehr plötzlich erkalten läßt, nachdem man denselben fast bis zu seiner Siedhitze (fast 400° Cels.) gebracht hat, so wird derselbe rigide, ohne zu krystallisiren. Man gießt zu diesem Zwecke jenen geschmolzenen Schwefel in kaltes Wasser. Er wird dann eine harzähnliche, zähe, braune, durchscheinige Substanz, welche man kneten und formen kann und welche eine etwas geringere Dichtigkeit besitzt, als dieselbe Masse zuvor hatte. In diesem Zustande wirkt in dem Schwefel die Kohäsionskraft in keiner besonderen Richtung kräftiger, als in einer jeden andern, und in Folge dessen nimmt die Masse jede Form an, welche man ihr gibt, ohne irgend ein Bestreben zu zeigen, irgend eine eigenthümliche Gestaltung oder ein mit solcher zusammenhangendes Gefüge anzunehmen. Diesen rigiden Zustand ohne Krystallisation bezeichnet man als den gestaltlosen oder amorphen Zustand, oder als „Amorphismus", im Gegensatze zu dem krystallinischen Zustande, dem Krystallismus. Der flüssige oder gasartige Zustand setzt mit Nothwendigkeit den Amorphismus voraus, ohne welchen er nicht existiren könnte. Die Krystallisation aus dem Schmelzflusse ist also im Wesentlichen eine Krystallisation aus dem Zustande des Amorphismus.

Krystallisation aus dem Amorphismus. Allein auch aus dem rigiden

amorphen Zustande kann eine Substanz, ohne zuvor wieder durch Schmelzung oder Auflösung flüssig zu werden, unmittelbar in den krystallinischen Zustand übergehen. Läßt man den amorphen Schwefel unverändert liegen, so erleidet er im Laufe einiger Tage wieder eine völlige Umänderung. Es beginnt nämlich von vielen Punkten aus gleichzeitig die Kohäsionskraft in gewissen Richtungen vorherrschend zu wirken, „der Krystallismus erwacht" wieder, die ganze Substanz nimmt wieder die gelbe Farbe, die Härte und Sprödigkeit, die Dichtigkeit und alle anderen Eigenschaften des krystallinischen Schwefels an. — Schmilzt man Arsenikblüthe und läßt man sie rasch erkalten, so wird dieselbe eine glasähnliche, völlig rigide, in ganz reinem Zustande völlig farblose Substanz von geringerer Härte und geringerer Dichtigkeit als zuvor: sie ist nun amorph. Mann nennt sie Arsenikglas. Eine solche amorphe Substanz zeigt, wenn sie zerschlagen wird, keine Spur einer Neigung in gewissen Richtungen, nach gewissen ebenen Flächen zu zerspringen, sondern im Allgemeinen bringt der Schlag eine mehr oder weniger sphärische Absonderung hervor, in Folge deren der Bruch hohle muschelige Flächen darstellt, wie ein zerschlagenes Glasstück, oder wie Pech, eine sehr bekannte völlig amorphe Substanz, zerspringt. Läßt man ein Stück solcher glasartiger, amorpher arseniger Säure eine Zeit lang an der Luft liegen, so sondern sich die äußersten Massentheilchen los, indem sich in ihnen die Kohäsionskraft in bestimmten Richtungen zu äußern beginnt: sie werden krystallinisch. Die Krystallchen, welche sich bilden, sind mikroskopisch klein. Jedes derselben wirft, wie die einzelnen Krystallchen des Schnees, das Licht in eigenen verschiedenen Richtungen von seinen Flächen zurück, und so entsteht die weiße Farbe. Für das bloße Auge ist das Stück Arsenikglas mit einem weißen Pulver bedeckt. Bald nimmt dieses Pulver so zu, daß es eine weiße Rinde darstellt; es bleibt nur noch ein Kern von amorpher Substanz, endlich verschwindet auch dieser; die ganze Masse ist krystallinisch geworden und hat dabei eine höhere Dichtigkeit angenommen, als sie im amorphen Zustande hatte. Das Arsenikglas ist schwerer in Wasser auflöslich, als die krystallinische „Arsenikblüthe." Ueberläßt man eine solche Auflösung von der amorphen Substanz sich selber, so erwacht der Krystallismus in derselben in dem Augenblicke, wo der Sättigungsgrad der verdunstenden Flüssigkeit so weit überschritten ist, daß die Abscheidung der arsenigen Säure erfolgen muß. In diesem Augenblicke bemerkt man an allen Punkten, wo ein krystallinisches Massentheilchen entsteht, ein vorübergehendes Leuchten. — Einen anderen interessanten Versuch kann man anstellen mit Unterschwefeligsaurem Natron. Füllt man ein Glaskölbchen — man wählt dazu ein solches mit recht weitem Halse — mit Krystallen des genannten Salzes, so bedarf es nur einer Erhitzung bis zu etwas über 56° Cels., damit der vollständigste Amorphismus, der Schmelzfluß, eintrete. Bei weiterem Erwärmen siedet die geschmolzene Masse. Ist dieser Punkt erreicht, so verschließt man das Glas rasch mit einem guten Korke und stellt es, damit die Abkühlung langsam vor sich gehe, auf eine Papierunterlage. Nach 1 bis 2 Stunden ist das Kölbchen sammt seinem Inhalte bis auf die Temperatur der umgebenden Luft erkaltet, dabei aber noch völlig amorph, nämlich sogar noch flüssig geblieben. Jedoch eine geringe Erschütterung, welche zur Bewegung der Massentheilchen den Anstoß geben könnte, ein Klopfen auf den Tisch, selbst die Erschütterung des Fußbodens durch Schritte, genügt, um augenblicklich die

ganze Masse des Salzes krystallinisch zu machen. Vermeidet man jede solche Erschütterung, bis daß man den Kork vorsichtig von dem Kölbchen gezogen, und taucht dann rasch die Kugel eines Thermometers in die flüssig amorphe Masse, so geht in dem Momente die Krystallisation durch die ganze Masse gleichzeitig vor sich, und es wird bei dieser Veränderung des Zustandes, welcher besonders auch mit einer Dichtigkeitsvermehrung verbunden ist, so viele Wärme frei, daß das Thermometer um 22° bis 25° Cels. steigt. — Ebenso kann man Wasser bis auf eine Temperatur abkühlen, welche den Gefrierpunkt — 0° Cels. — um 10 bis 12 Grade überschreitet, ohne daß es zu Eis wird. Sobald man aber dann die Flüssigkeit erschüttert, so krystallisirt sogleich die ganze Masse derselben und es steigt dabei die Temperatur auf 0°.

Krystallisation aus dem krystallinischen Zustande. Auch bei eingetretener Krystallisation kann durch veränderte Verhältnisse eine Veränderung in der Gruppirung der Massentheilchen, eine neue Krystallisation eintreten. Schneekrystalle, fest zusammengestampft, gehen in einen neuen Krystallisationszustand ein, indem sie großkörnig krystallinisches Eis bilden. So entsteht das Gletschereis aus dem Schnee der Hochgebirge. Gußeisen ist stets krystallinisch körnig, wie man dieses auf einem Bruche deutlich erkennt. Solches Eisen ist spröde und zu vielen Zwecken deßhalb gänzlich unbrauchbar. Schmiedeisen dagegen, welches durch vielfaches Glühen und Schmieden in einen „weichen" Zustand versetzt ist, wird seiner Zähigkeit und Dehnbarkeit wegen zu Wagenaxen und Eisenbahnschienen benutzt. In diesem Eisen ist die krystallinische Gruppirung der Massentheilchen völlig zerstört, wenn auch die Massentheilchen selber sich in krystallinischem Zustande befinden und daher das Bestreben haben, sich nach Axenrichtungen an einander zu fügen. Die Erschütterungen, welche durch das Fahren in den Wagenaxen und Bahnschienen hervorgebracht werden, haben den Erfolg, daß eine Umänderung des Gefüges mit der Zeit eintritt. Es werden jene Eisenstäbe allmählig wieder krystallinisch körnig und in Folge dessen „hart" und spröde, so daß sie plötzlich brechen können. Waren auch die Massentheilchen hier nicht in einem amorphen Zustande, so war doch ihre Anordnung nicht dem Krystallismus entsprechend, und es erfolgte, auf Anlaß der Erschütterung, eine demselben entsprechendere Gruppirung in der rigiden Masse.

Natürliche Krystalle. Alle erwähnten Entstehungsweisen von Krystallisation gehen in der Natur ohne Einfluß des Menschen („natürlich") eben so wohl, als auf seine Veranlassung („künstlich") vor sich. Nicht immer sind wir indessen im Stande, bei den natürlich vorkommenden Krystallen, den Mineralkrystallen, welche zunächst Gegenstand der mineralogischen Krystallologie sind, zu bestimmen, auf welche Weise dieselben entstanden seien. Heiße Quellen setzen einen Theil der in ihnen gelösten Substanzen ab, wenn sie an der Oberfläche der Erde erkalten. Am Ufer des Meeres scheiden sich Krystalle aus den Salzlachen, welche die Fluth hie und da zurückließ, durch die Verdunstung des Wassers ab. Heiße und kalte Gewässer durchdringen die Schichten des Erdbodens und lösen in denselben vielfach Substanzen auf, welche sie in Höhlungen und Spalten, in Drusen und Klüften wieder abgeben. Zumal diese Räume sind daher reich an den schönsten und reinsten Krystallisationen. Aus den vulkanischen Gluthherden brechen geschmolzene Gesteine als Laven hervor, welche langsam erkaltend krystallisiren. Zugleich steigen gasförmige Substanzen auf,

welche sich erkaltend als Krystalle an den Spalten- und Kraterrändern anhängen (Sublimate). Im Inneren der Erde herrschen Temperaturgrade, bei welchen ein krystallinischer Zustand der Substanzen nicht denkbar ist. Kann gleich die ungeheure Pressung einen eigentlich flüssigen Zustand, wie wir ihn auf der Oberfläche der Erde kennen, nicht zulassen, so ist doch der allgemeine Zustand des Amorphismus, in welchen die Bodenschichten in größeren Tiefen gerathen müssen, im höchsten Grade geeignet, eine Zusammengruppirung der gleichartigen Massentheilchen zu Krystallen zu vermitteln, welche eintritt, sobald eine derartige Bodenschicht wieder emporgehoben und geringerer Pressung ausgesetzt wird. Es scheint, daß der durch und durch krystallinische Zustand derjenigen Bodenschichten, welche sich, allem Anscheine nach, schon einst in großer Tiefe befanden und welche nun in Folge von Erhebungen oft gerade als Kerne und Hochgrate der Gebirge auftreten, einer solchen Umänderung zugeschrieben werden müsse. Es sind dieses die Schichten der neptunischen abnormen oder metamorphischen Formationen (Seite 47—49). In den normalen neptunischen Formationen sind im Allgemeinen Krystallisationen um so seltener, je jünger dieselben sind, und immer mehr tritt in diesen der Charakter von bloß mechanischen Sedimenten, von ungleichartigen Anhäufungen und Zusammenschwemmungen hervor.

Verschiedenheit der Krystallform nach den Umständen. Gießt man zu der Alaunlösung einige Tropfen einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak, kohlensaurem Kali, oder schüttet man nur ein wenig gepulverte Kreide (kohlensaure Kalkerde) hinzu, oder ebenso, wenn man Borsäure der Alaunlösung beimischt, so zeigen die Krystalle des Alauns, welche sich abscheiden, eine ganz andere Form, nämlich die eines Würfels (Fig. 825). Der Würfel ist ebenfalls ein isometrischer Körper; derselbe besitzt aber sechs Flächen, deren jede ein Quadrat ist, und welche sich in zwölf rechtwinkeligen Kanten begrenzen.

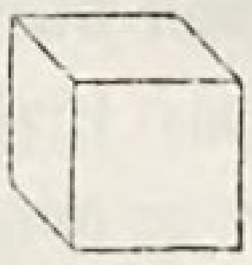


Fig. 825. Ein Alaunkrystall. Würfel.

Setzt man auf eine der Flächen des Würfels ein Messer in schiefer Richtung so, als ob man eine Ecke des Würfels ziemlich gleichmäßig abschneiden wolle, und schlägt man sodann auf das Messer, so springt mit ziemlicher Leichtigkeit die Ecke ab, und zwar, bei richtig geführtem Schlage, mit solcher Regelmäßigkeit, daß sie eine sehr nette dreiseitige und ganz gleichseitige Pyramide darstellt. Man kann diese Spaltung an allen acht Ecken des Würfels wiederholen und diese dadurch abstumpfen, und erhält so acht dreieckige Abstumpfungsflächen, während die zuvor quadratischen Würfelflächen nur noch als ungleichseitig achteckige Flächen zurückbleiben (Fig. 826). Macht man die Abstumpfung stärker, so nehmen die Abstumpfungsflächen an Größe zu, begrenzen sich dabei gegenseitig und werden, da ihre Begrenzungslinien neue Kanten bilden, ungleichseitig sechseckig, während die Würfelflächen immer mehr verkleinert wieder quadratisch werden, jedoch so, daß von den ursprünglichen Quadratseiten nichts mehr übrig geblieben ist, vielmehr die durch die Abstumpfungsflächen hervorgerufenen Kanten, welche den Diagonalen der ursprünglichen Würfelquadrate parallel sind, nunmehr die Seiten der neuen Quadrate bilden (Fig. 827). Bei noch stärkerer Fortsetzung der Abstumpfung werden die Kanten, in welchen die

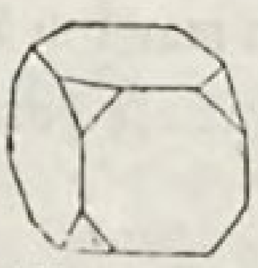


Fig. 826.



Fig. 827.

Fig. 826. Ein Alaunkrystall. Würfel mit abgestumpften Ecken.
Fig. 827. Würfel mit abgestumpften Ecken.

Abstumpfungsflächen sich unter einander begrenzen, immer länger, während die Würfelflächen mehr und mehr verkleinert werden. Man erkennt nun schon, daß die acht Abstumpfungsflächen eine solche Neigung gegen einander haben, wie die Oktaederflächen (Fig. 828). Eine Messung der Kantenwinkel beweist dieses vollends, * und setzt man die Abstumpfung so lange fort, bis die Würfelflächen völlig verschwinden, so erhält man wirklich wieder ein reines Oktaeder (Fig. 824), ja schon vorher erscheint der durch die Spaltung erhaltene Krystallkern als ein Oktaeder, dessen Ecken durch die Ueberreste der Würfelflächen abgestumpft wären. Es geht hieraus ein merkwürdiges Verhältniß des Alaunwürfels zum Alaunoktaeder hervor; die Axen, welche die Gipfel

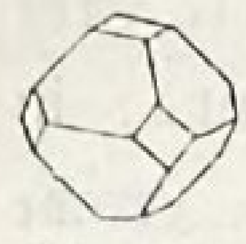


Fig. 828. Würfel mit abgestumpften Ecken.

* Um Winkel zu messen, bedient man sich mehrerer verschiedener Instrumente, welche man Winkelmesser oder Goniometer nennt. Das einfachste ist das sogenannte Anlegegoniometer, von Haüy erfunden. Dasselbe besteht aus zweien Linealen (Fig. 829, 1), welche bei a beweglich und verschiebbar vereinigt sind und einem Gradbogen (2), auf dessen Diameter die beiden Lineale vermittelst des Stiftes, welcher ihren Drehpunkt bildet, eingefügt werden können. Nachdem man die beiden Lineale möglichst genau an die beiden Flächen der Kante, deren Winkel man messen will, angelegt hat, liest man von dem Gradbogen die Gradzahl des Winkels ab, um welchen die Lineale geöffnet sind. Da dieses Verfahren nicht so genaue Resultate zu liefern im Stande ist, als man oft zu erhalten wünschen muß, so hat Wollaston ein genaueres Instrument erfunden: das Reflexionsgoniometer (Fig. 830), mit dessen Hülfe man selbst an den kleinsten Krystallen, ja, weil diese meistens die glattesten Flächen besitzen, gerade an solchen vorzugsweise, die Kantenwinkel mißt durch Benutzung der Spiegelung oder Reflexion. Es ist cd ein Gestell von Metall, solide gearbeitet; durch den auf diesem stehenden Träger läuft drehbar die horizontale Axe des metallenen Ringes ab, dessen Umfang in zweimal 180 Grade eingetheilt ist. Die gezähnelte Scheibe f dient, um Axe und Ring beliebig zu drehen. Die Axe ist durchbohrt und eine andere Axe durch dieselbe gelegt, deren selbstständige Drehung durch die Stellscheibe g bewirkt werden kann, während sie andererseits auch mit der Axe des Gradringes gemeinsam drehbar ist. Diese innere Axe trägt am anderen Ende bei h mit einem auf- und nieder beweglichen Scharniere einen Bügel, dessen andere Hälfte um den Stift i seitlich drehbar ist. Durch die drehbare Hälfte des Bügels läuft eine besondere Axe, welche durch die Stellscheibe n gedreht wird, und diese Axe trägt bei o ein Plättchen, welches senkrecht gegen die Ebene des Gradringes steht. Befestigt man mit Klebwachs einen kleinen Krystall auf diesem Plättchen, und stellt und dreht man den Bügel und die kleine Axe so, daß die Kante des Krystalls, welche man messen will, parallel ist mit der horizontalen Axe des Gradkreises, läßt man sodann irgend eine möglichst ferne horizontale Linie, z. B. die First eines gegenüber liegenden Daches, sich in der einen der beiden Flächen, welche die betreffende Kante bilden, spiegeln und dreht man sodann die Axe des Gradringes nebst der inneren Axe gemeinsam so weit, daß die nämliche Linie von der anderen Fläche gespiegelt wird, so kann man an dem unbeweglichen Zeiger p, welcher an dem Träger des Instrumentes befestigt ist, den Unterschied der ersten und der zweiten Stellung in Graden ablesen. Der so erhaltene Winkel muß von 360° subtrahirt werden, um dann als Rest den eigentlichen Kantenwinkel, welchen man suchte, zu erhalten. Diese Messung liefert ein sehr genaues Resultat. In noch höherem Grade erreicht man Genauigkeit durch das Reflexionsgoniometer von Babinet (Fig. 831).

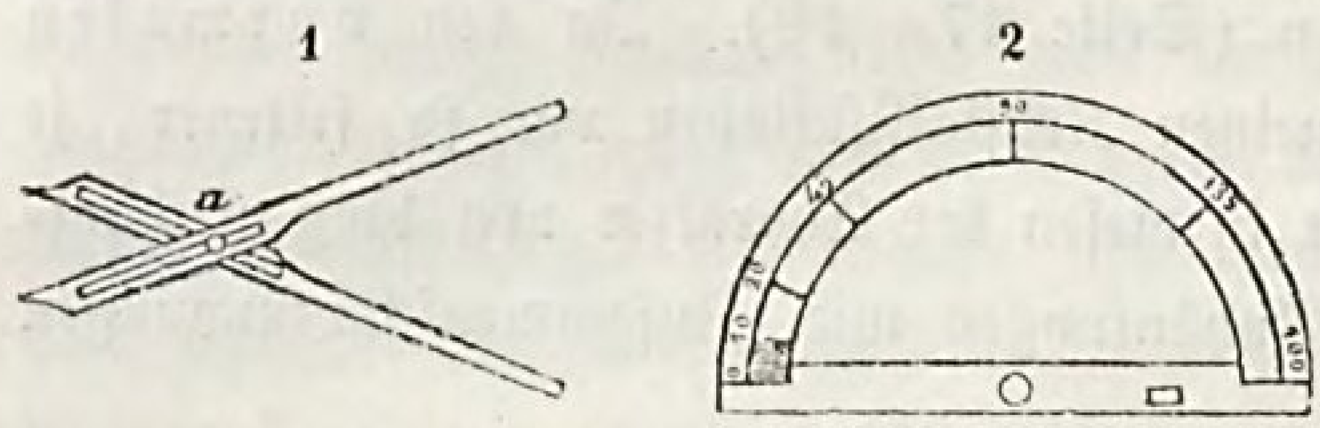


Fig. 829. Das Haüy'sche Anlegegoniometer.

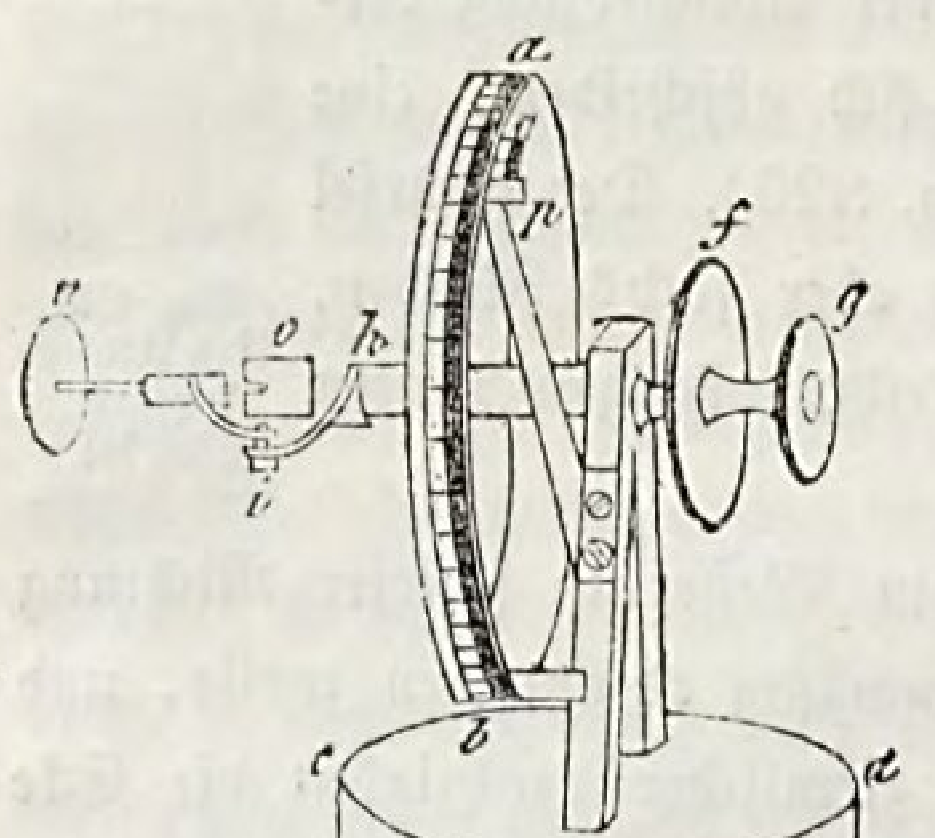


Fig. 830. Das Reflexionsgoniometer von Wollaston.

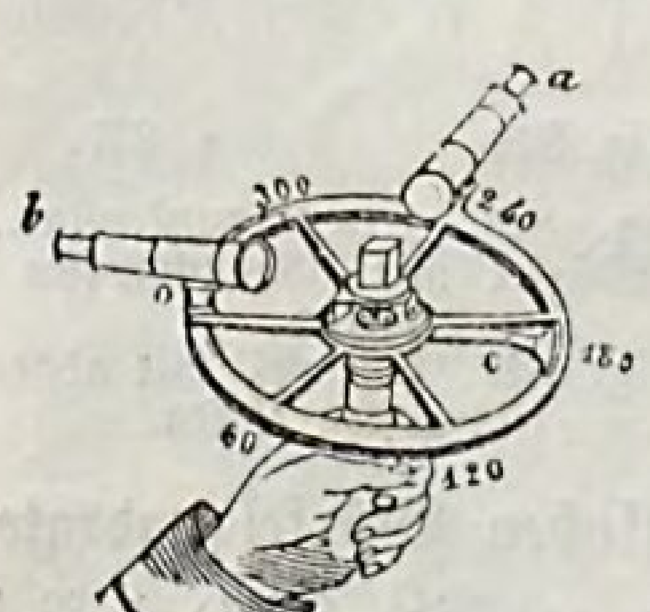


Fig. 831. Das Reflexionsgoniometer von Babinet.

des Oktaeders verbinden, treffen offenbar die Mittelpunkte der Würfelflächen: „die Gipfel- oder Eckenaxen des Oktaeders sind die Flächenaxen des Würfels“. Dagegen die Axen, welche man sich paarweise die gegenüberliegenden Ecken des Würfels verbindend denken könnte, treffen die Mittelpunkte der Oktaederflächen: „die Eckenaxen des Würfels sind die Flächenaxen des Oktaeders“. Man kann sich somit das Oktaeder in einer regelmäßigen Weise gleichsam im Würfel steckend denken (Fig. 832). Da die Abstumpfungsflächen der Würfelecken sich den Oktaederflächen parallel erweisen, da sie ferner offenbar die nämliche Neigung zu einander besitzen, wie die Oktaederflächen, so kann man ihnen auch diesen Namen geben, um damit um so besser die gegenseitige Beziehung des Oktaeders und Würfels zu einander zu bezeichnen.

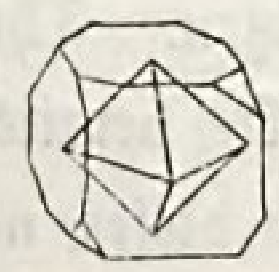


Fig. 832. Ein Würfel mit „Oktaederflächen“, welche als Abstumpfungsflächen der Würfelecken erscheinen; ein Oktaeder ist in den Würfel gezeichnet, um die Beziehung beider Formen zu einander klar zu machen.

Denkt man sich, daß bei der Bildung eines Krystalles, während stets neue Massentheilchen gleichmäßig sich auf die Oktaederflächen lagern, zuerst sämmtliche Gipfel entblößt bleiben, so müssen dadurch die ersten Spuren von Würfelflächen entstehen. Lagern sich sodann immer neue Schichten auf den Oktaederflächen ab, welche stets um dasselbe Maß, um welches die Flächen erhöht werden, sich von den Axen des Oktaeders zurückziehen, so muß auf jeder Oktaederfläche anfangs sechsseitiger, später wieder dreiseitiger Aufsatz entstehen, welcher erst eine abgestumpfte und endlich eine vollständige Würfelecke bildet. In der That, wenn man ein Alaunoktaeder in eine Alaunlösung bringt, aus welcher Alaunwürfel sich absetzen, so häufen sich die Massentheilchen ganz in dieser Weise auf den Oktaederflächen an und stellen nach einander Formen wie Fig. 828, 827, 826, und endlich vollständige Würfel dar, und wenn man etwa das in die Lösung gelegte Oktaeder zuvor mit Karminpulver eingerieben hatte, so sieht man dasselbe ganz ähnlich, wie in der Fig. 832 innerhalb des würfelförmigen Krystalls.

Läßt man Alaun aus einer Lösung auskrystallisiren, welcher man einige Tropfen Salpetersäure zugesetzt hat, so zeigen sich Krystalle, welche zwischen Würfeln und Oktaedern ziemlich die Mitte halten, indem man diagonalquadratische Würfelflächen als Abstumpfungsflächen des Oktaeders an denselben bemerkt, welche so groß sind, daß sie sich mit den Ecken gerade berühren. Da man diese Mittelformen mit gleichem Rechte zum Würfel (Cubus) und zum Oktaeder zählen könnte, so hat man sie Cubooktaeder genannt. Sie stehen in der Mitte zwischen Fig. 826 und 827.

In einem verschlossenen Gefäße, welches das Entweichen des Wasserdampfes verhindert, ist man bekanntlich im Stande, Wasser über den Siedepunkt hinaus zu

Hier hält man die Axe des Instrumentes beliebig mit der Hand. Auf einer für sich drehbaren Scheibe auf dem Ende dieser Axe ist der Krystall mit Wachs befestigt. Auf dem Gradkreise befindet sich ein feststehendes Sehrohr a, und auf einem zweiten drehbaren Kreise ein anderes Sehrohr b. In jedem der Sehrohre befindet sich ein Fadenkreuz. Nachdem man die beiden Fadenkreuze in genau gleichartige Lage gebracht hat, so daß je der eine Faden mit der Axe des Instrumentes parallel ist, und auch den Krystall so gestellt hat, daß die Kante, welche man messen will, mit der Richtung dieser Fäden übereinstimmt, so verhindert man durch Schirme, daß irgend anderes Licht auf den Krystall fällt, als durch das eine der Sehrohre. Dadurch wird das Fadenkreuz dieses Sehrohres von der getroffenen Krystallfläche reflektirt, und man nimmt diese Reflexion durch das andere Sehrohr wahr. Dreht man sodann die Axe mit dem einen Sehrohre so weit, bis die benachbarte Fläche des Krystalls dieselbe Reflexion zeigt, so kann man an dem Gradkreise mit Hülfe des Zeigers c den Drehungswinkel ablesen.

erhitzen. Thut man dieses mit einer Alaunlösung, welche bei gewöhnlichem Siedepunkte bereits gesättigt ist, und setzt man noch neuen Alaun hinzu, so wird nun auch dieser noch aufgelöst, indem die Auflösungsfähigkeit des Wassers mit der Temperatur zunimmt. Läßt man aus solch einer bei höherer Temperatur gesättigten Alaunlösung den Alaun durch Erkalten auskrystallisiren, so erhält man Xlle * je nach dem Sättigungsgrade von zwei neuen verschiedenen Formen.

Die erste dieser Formen besitzt zwölf rautenförmige Flächen, welche unter sich völlig gleichartig sind. Je drei Rauten stoßen mit ihren stumpfen Winkeln zusammen und bilden so acht stumpfe dreiflächige Ecken; je vier Rauten stoßen mit den spitzen Winkeln zusammen und bilden so sechs spitze vierflächige Ecken. Man nennt diese Form einen Rautenzwölfflächner oder ein Rhombendodekaeder (Fig. 833). Dasselbe ist ebenfalls ein isometrischer Körper; die Axen, welche man sich durch je zwei gegenüberliegende vierflächige Ecken gezogen denkt, sind unter sich ganz genau gleich und schneiden sich im Mittelpunkte unter rechten Winkeln. Setzt man das Messer so auf eine Rautenfläche, daß man einen stumpfen Winkel in der Richtung gegen die stumpfe dreiflächige Ecke abzuschneiden sucht, so springt vor dem Schlage die genannte Ecke als eine flache dreiseitige Pyramide ab, und es entsteht eine dreieckige Abstumpfungsfläche. Wiederholt man dieses in Bezug auf alle stumpfen Ecken, so erhält man acht dreieckige Abstumpfungsflächen, während die Rautenflächen nunmehr als ungleichseitige Sechsecke erscheinen (Fig. 834). Jene acht Abstumpfungsflächen sind wieder Oktaederflächen; man findet durch Winkelmessung, daß sie genau die nämliche Neigung gegen einander besitzen, wie die Flächen des isometrischen Oktaeders, und wenn man sie durch weitere Spaltung vergrößert, so erkennt man bald die allgemeine Form des Oktaeders (Fig. 835). Es erscheint der Körper dann als ein Oktaeder, dessen Kanten (vier obere pyramidale und vier untere pyramidale und vier horizontale oder randliche, also zusammen zwölf) gleichmäßig abgestumpft sind. Man kann sich daher so ausdrücken, daß man sagt, die Rhombendodekaederflächen seien die Abstumpfungsflächen der Oktaederkanten, ebenso wie wir die Würfelflächen als Abstumpfungsflächen der Oktaederecken kennen lernten. Hienach wüßten wir sogleich auch das Verhältniß des Rhombendodekaeders zum Würfel zu finden. Denn da die Oktaederflächen die Abstumpfungsflächen der Würfelecken sind (Fig. 826), so müssen offenbar die Axen, welche die stumpfen dreiflächigen Rhombendodekaederecken verbinden, ebenfalls den Flächenaxen des Oktaeders und somit den Eckenaxen des Würfels entsprechen, und diejenigen Axen, welche die vierflächigen Rhombendodekaederecken verbinden, sind die Eckenaxen des Oktaeders und die Flächenaxen des Würfels. Somit müssen wir Würfelflächen erhalten, wenn wir die vierflächigen Rhombendodekaederecken gleichmäßig, nämlich rechtwinklig gegen die Axen, abstumpfen, und in der That erhalten wir auf diese Weise (Fig. 836) sechs Flächen, welche gegen einander ganz das rechtwinkelige Neigungs-

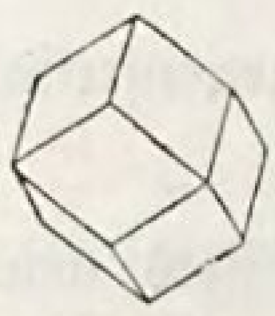


Fig. 833. Ein Alaunxll. Rhombendodekaeder.

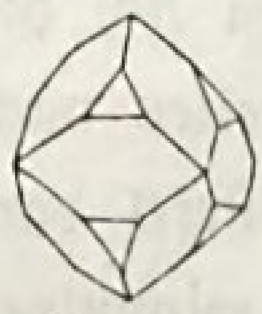


Fig. 834.

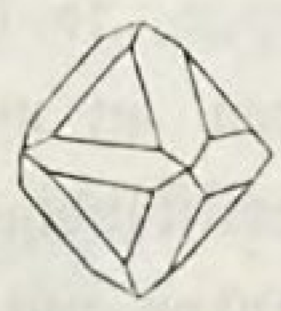


Fig. 835.

Fig. 834. Ein Rhombendodekaeder mit acht dreieckigen Abstumpfungsflächen, welche durch Abstumpfung der stumpfen, dreiflächigen Rhombendodekaederecken entstanden sind.

Fig. 835. Ein Rhombendodekaeder mit abgestumpften stumpfen Ecken = Oktaeder mit abgestumpften Kanten.



Fig. 836. Ein Rhombendodekaeder mit abgestumpften vierflächigen Ecken; die Abstumpfungsflächen sind Würfelflächen.

* Der Abkürzung wegen schreibt man für Krystall = Xll, also auch für krystallisiren = xllisiren.

verhältniß der sechs Würfelflächen besitzen, und welche wir somit Würfelflächen nennen können. Verstärken wir die Abstumpfung, so erkennen wir bald den Typus des Würfels (Fig. 837) und überzeugen uns, daß die Würfelflächen die Abstumpfungsflächen der vierflächigen Rhombendodekaederecken, und ebenso, daß die Rhombendodekaederflächen die Abstumpfungsflächen der Würfelkanten sind.

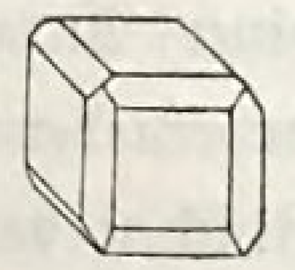
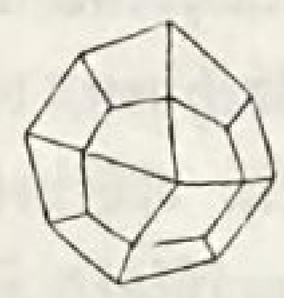


Fig 837. Ein Rhombendodekaeder mit großen Würfelflächen = Würfel mit abgestumpften Kanten.

Die zweite der Formen, welche aus einer bei höherer Temperatur gesättigten Alaunlösung auskrlliſiren, besitzt vierundzwanzig gleichartige trapezförmige, d. h. unregelmäßig viereckige Flächen. Je drei Trapeze treffen in acht stumpfen Ecken mit stumpfen Winkeln zusammen, und je vier in sechs ebenfalls stumpfen Ecken mit spitzen Winkeln und je vier gleichartigen Kanten, endlich je vier in zwölf ebenfalls stumpfen Ecken mit zweierlei ungleichen Kanten. Man nennt diese Form einen Vierundzwanzigtrapezflächner oder ein Trapezoeder (Fig. 838). Setzt man auf eine der Trapezoederflächen das Messer so, daß man den stumpfesten Winkel derselben gleichschenklig abschneidet, und führt man einen Schlag ganz flach gegen die stumpfe dreiflächige Ecke, an deren Bildung eben jener Winkel Theil nimmt, so springt die Ecke als flache dreiseitige Pyramide ab, und es zeigt sich eine dreieckige Abstumpfungsfläche. Diese Veränderung läßt sich an allen acht gleichartigen Ecken wiederholen und die so entstehenden acht Flächen haben gegen einander die Neigung der Oktaederflächen (Fig. 839). Hienach erkennt man bald, daß diejenigen Eckenaxen des Trapezoeders, welche die so eben abgestumpften dreiflächigen Ecken verbinden, den Flächenaxen des Oktaeders entsprechen; diejenigen Eckenaxen dagegen, welche die gleichkantigen vierflächigen Ecken des Trapezoeders verbinden, sind die Eckenaxen des Oktaeders und somit die Flächenaxen des Würfels. Man wird hienach Würfelflächen erhalten müssen, wenn man die sechs gleichkantigen vierflächigen Ecken des Trapezoeders gleichmäßig, d. h. rechtwinklig gegen die Axen, abstumpfen würde. Durch Spaltung kann man diese Abstumpfung nun freilich beim Alaunkrlle nicht ausführen, da die Alaunkrlle nur parallel den Oktaederflächen spaltbar sind. Durch Abschleifung kann man sich dagegen von der Richtigkeit jener Vermuthung überzeugen (Fig. 840), denn man erhält wirklich sechs Flächen, welche, ganz wie die Würfelflächen, rechtwinklig gegen einander geneigt sind, und vergrößert man diese Flächen so sehr, daß von den Trapezoederflächen nur geringe Ueberreste bleiben, so sieht man, daß man umgekehrt an einem Würfel die Trapezoederflächen würde hervorbringen können, wenn man an allen Ecken des Würfels, anstatt je eine einzige Abstumpfungsfläche, die Oktaederfläche, hervorzubringen, von jeder der drei Flächen, welche die Würfelecke bilden, eine etwas geneigte Fläche anbrächte, wodurch somit eine neue dreiflächige, aber stumpfere Ecke entstände, welche eine der dreiflächigen Trapezoederecken sein würde (Fig. 841).



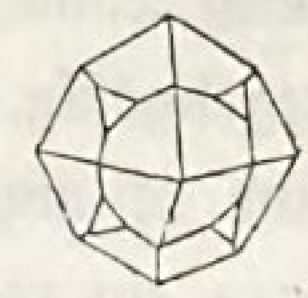


Fig. 838. Fig. 839.

Fig. 838. Ein Alaunkrll. Trapezoeder.

Fig. 839. Ein Trapezoeder mit acht Abstumpfungsflächen der dreiflächigen Ecken; die Abstumpfungsflächen sind Oktaederflächen.



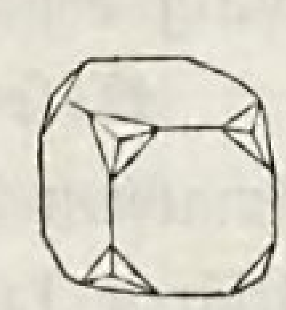


Fig. 840. Fig. 841.

Fig. 840. Ein Trapezoeder mit abgestumpften gleichkantigen vierflächigen Ecken; die Abstumpfungsflächen sind Würfelflächen.

Fig. 841. Ein Trapezoeder mit sehr großen Abstumpfungsflächen (Würfelflächen) = Würfel mit dreiflächig von den Flächen aus zugespitzten Ecken.

Beständigkeit der Neigungswinkel. Wir haben den Alaun nunmehr in

einer Anzahl verschiedener Xllformen, als Oktaeder, als Würfel, als Rhombendodekaeder und als Trapezoeder kennen gelernt, und haben gesehen, wie oft die Flächen der einen Form neben denen der andern Form vorkommen. Wir haben gefunden, daß die bestimmte Neigung, welche die Flächen gegen einander haben, uns die Anweisung gibt, die Form, welcher letztere angehören, auch dann zu erkennen, wenn die betreffenden Flächen sich nicht ausschließlich vorfinden, ja, wenn sie durch andere Flächen, welche die von ihnen gebildeten Kanten oder Ecken abstumpfen oder anderweitig verändern, nicht allein in ihrer Flächengestalt ganz verändert, sondern auch ganz von einander gesondert erscheinen. Legt man ein Alaunoktaeder, auf einer seiner Flächen ruhend, in eine Lösung, aus welcher Alaun sich oktaedrisch abscheidet, so wird neue Alaunmasse sich auf allen Flächen absetzen, welche frei sind, nicht aber auf der Fläche, auf welcher der Xlle ruht. Dadurch muß dann, während die anderen Flächen sich regelmäßig erhöhen und sich dabei regelmäßig ausdehnen, die letztere Fläche unverhältnißmäßig in ihrem Umfange wachsen, und es muß ein Körper entstehen, etwa von der Form, welche man erhält, wenn man ein regelmäßiges Oktaeder parallel einer Oktaederfläche mitten durchspaltet. Ein solcher Körper sieht dann dem regelmäßigen Oktaeder (Fig. 824) nicht mehr ähnlich; die Flächen sind, bis auf eine, nicht mehr gleichseitige Dreiecke, sondern der einzigen gleichseitig dreieckigen liegt gegenüber die Fläche, auf welcher der Xll ruhte und welche nunmehr einen sechseckigen Umriß zeigt, während die anderen sechs Flächen des Oktaeders theils als gleichschenklige Dreiecke, theils als Trapeze erscheinen. Mißt man aber einen solchen ganz verzerrten Xll mit Hülfe des Goniometers, so findet man die Kantenwinkel, in welchen alle jene acht unregelmäßigen Flächen mit einander in Berührung treten = 109° 28′ 16″, und man erkennt hieraus die Bedeutung der Flächen.

Beständigkeit der Spaltungsrichtungen. Selbst eine krystallinisch körnige Masse zerbricht beim Zerschlagen mehr oder weniger deutlich nach regelmäßigen Richtungen und es gelingt bei grobkörniger Beschaffenheit ziemlich leicht, die Bruchstücke in bestimmten Richtungen zu spalten und so Flächen an denselben darzustellen, welche eben wieder genau die Neigung der Oktaederflächen zu einander besitzen. Dieses Neigungsverhältniß, welches, wie wir gesehen haben, das nothwendige Ergebniß der Verhältnisse der ursprünglichen Kohäsionsaxen ist, kann als das einzige völlig beständige Merkmal der Xlle angesehen werden.

Gesetzmäßigkeit in den Variationen der Xllform. Wir haben durch die gemachten Versuche gefunden, daß eine und dieselbe Substanz in verschiedenen Formen xllisiren kann, und daß theils die Temperaturverschiedenheiten, theils die Sättigungsgrade der Auflösung, theils andere Substanzen, welche in der nämlichen Auflösung anwesend sind, einen solchen Einfluß äußern, daß bald die eine, bald die andere Form mehr oder weniger vorherrschend ausgebildet wird. Es stehen aber alle vorkommenden Formen in einer merkwürdigen Beziehung zu einander; es bleibt bei allen das nämliche Verhältniß der ursprünglichen Axen zu einander, sowohl was die Richtung, als auch was die relative Länge anbetrifft, indem jede Veränderung, welche die absolute Länge der einen Axe betrifft, auch gleichzeitig sämmtliche andere Axen betrifft. Ueberhaupt finden wir, daß die relativen Veränderungen, welche mit einer Form vorgehen müssen, damit eine der andern vorkommenden Formen

entstehe, allemal alle gleichartigen Theile, Axen, Ecken, Kanten und Flächen, vollkommen gleichartig treffen. Die relative Lage aller Flächen einer Form zu den Axen derselben ist daher eine eben so regelmäßige, als die Lage der gleichen Flächen zu den Axen einer der anderen Formen, und die Spaltungsrichtungen parallel den Flächen des Oktaeders sind deßhalb aus der Lage der Axen jeder beliebigen der andern Formen leicht aufzufinden. So einfach ist die Regelmäßigkeit der Körperformen im Mineralreiche. Jedes Mineral besitzt seine eigenthümlichen Xllformen, geometrische Polyeder, welche mit einander in ganz bestimmtem mathematischen Zusammenhange stehen und somit durch Rechnung aus einander ableitbar sind, und welche sich insbesondere sämmtlich auf eine gemeinsame „Grundform" zurückführen lassen, nach deren Flächen die ganze Masse des Minerals in einem mehr oder minder vollkommenen Grade durch und durch spaltbar ist. Nicht alle Xllformen lassen sich freilich auf ein so einfaches Verhältniß der Kohäsionsaxen — Xllisationsaxen der Grundform — zurückführen, wie der Alaun; vielmehr beobachtet man sechs verschiedene derartige Verhältnisse, und es sind eben diese die Grundlage der Eintheilung der sämmtlichen Xlle des Mineralreiches in sechs Systeme (Seite 1071).

Beständigkeit des Krystallisationensystemes. Der Alaun gehört zum isometrischen Systeme; wir finden nie Xlle desselben, deren Flächen eine Neigung zu einander besäßen, welche nicht einem isometrischen Axenverhältnisse entspräche. Würden aus der Alaunlösung Xlle sich abscheiden, welche nach der Neigung ihrer Flächen obigem Systeme nicht angehörten, so würde dieses ein sicherer Beweis sein, daß die Lösung außer dem Alaun noch eine andere Substanz enthalten hätte; denn jene Xlle könnten nicht Alaunxlle sein. Da es aber viele Substanzen gibt, welche, wie der Alaun, isometrisch xllisiren, so wäre es andererseits sehr wohl möglich, daß mit dem Alaun andere isometrische Xlle sich aus der Lösung abschieden, welche keineswegs Alaun wären; man hätte eben nur die eine Gewißheit, daß die gebildeten Xlle einer isometrisch xllisirenden Substanz angehören. Da man nun weiß, daß eine und dieselbe Substanz in der Regel stets in dem nämlichen Systeme xllisirt, so ist man durch Untersuchung der Xllform einer Substanz wenigstens schon gegen viele, ohne solche mögliche, Verwechslungen geschützt, und es bedarf nur einiger weiterer Untersuchungen, um zu voller Sicherheit zu gelangen.

Dimorphismus und Trimorphismus. Es scheint, daß der Einfluß der Temperatur, bei welcher eine Substanz xllisirt, oder anderer Umstände, deren Ergründung bislang noch nicht gelungen ist, mitunter so weit gehen kann, daß das Verhältniß der Krystallisationsaxen einer Substanz ein anderes wird, als gewöhnlich, indem theils die relative Länge der verschiedenen Axen, theils auch die gegenseitige Stellung derselben sich ändert. Kupfer, welches aus einer Auflösung, in welcher es enthalten ist (z. B. Kupfervitriol in Wasser gelöst), auf einer Eisenplatte sich ausscheidet, xllisirt im isometrischen Systeme. Läßt man dagegen dasselbe Metall aus einem Schmelzfluße xllisiren, so bilden sich Xlle, deren Axenverhältniß nicht mehr isometrisch ist, sondern mit dem Verhältnisse des orthorhombischen Systemes übereinstimmt. Das Antimonoxyd kommt als Antimonblüthe orthorhombisch xllisirt vor; dagegen xllisirt es durch Sublimation isometrisch. Ebenso die arsenige Säure, welche als Arsenikblüthe orthorhombisch xllisirt gefunden wird, während man sie durch Sublimation isometrisch erhält. Das Kochsalz xllisirt aus Salz-

soolen isometrisch, aus dem Schmelzfluße dagegen orthorhombisch. Der Kohlenstoff bildet isometrisch krystallisirt den Demant, hexagonal krystallisirt dagegen den Graphit. Das Kupferoxydul kommt isometrisch als Rothkupfererz, hexagonal als Kupferblüthe vor. Das Schwefeleisen bildet isometrisch krystallisirt den Eisenkies, orthorhombisch dagegen den Strahlkies. Wir werden den Schwefel aus einer verdunstenden Auflösung in Schwefelkohlenstoff orthorhombisch krystallisiren sehen, wie man denselben auch in den Bodenschichten antrifft; dagegen krystallisirt der Schwefel aus dem Schmelzflusse über 100° Cels. erhitzt, stets klinorhombisch, bei niederen Temperaturen aber meistens orthorhombisch. Der Kalkspath und Arragonit, der Orthoklas- und Klinoklasfeldspath sind andere Beispiele einer solchen Zwiegestaltigkeit, oder vielmehr Zweifältigkeit der Grundaxenverhältnisse, welche man mit dem Ausdrucke Dimorphismus bezeichnet. Indessen sind dimorphe Substanzen bis jetzt im Ganzen ziemlich wenig beobachtet worden. Einzig bietet die Titansäure ein Beispiel einer trimorphen Substanz, indem sie als Rutil quadratisch krystallisirt, als Brookit orthorhombisch und als Anatas quadratisch, aber mit Axenverhältnissen, welche mit denen des Rutils nicht vereinbar sind. Die Grenzen der Bedingungen, unter welchen die eine oder die andere Form jener Dimorphieen gebildet werden und bestehen kann, scheinen in einigen Fällen ziemlich ausgedehnt zu sein, in andern dagegen sind sie eng gezogen und werden leicht überschritten, worauf dann eine Umänderung in der Gruppirung der Massentheilchen erfolgt, in der Weise, daß sie der Form entspricht, deren Bedingungen nunmehr eingetreten sind. Häufig wird dabei die frühere Form völlig zerstört. Der orthorhombische Arragonit gibt hievon ein merkwürdiges Beispiel. Erhitzt man denselben bis zur Rothglühhitze, so sieht man mit bloßem Auge eine lebhafte Bewegung in demselben vorgehen, er „wird lebendig", bläht sich und zerfällt zu einem Häufchen weißer, pulveriger Körperchen, welche unter dem Mikroskope leicht als die Grundform des hexagonalen Kalkspathes erkannt werden. So zerfallen viele andere Substanzen, wenn sie veranlaßt waren, in ungewöhnlichen Formen zu krystallisiren, schon von selber bei gewöhnlicher Temperatur. Kochsalz aus dem Schmelzflusse orthorhombisch krystallisirt, erfüllt sich gleich nachher mit Rissen und Sprüngen, welche die Blätterdurchgänge der isometrischen Kochsalzkrystallisation darstellen. Die aus dem Schmelzflusse erhaltenen klinorhombischen Schwefelkrystalle sind anfangs klar, werden aber bald trübe und nehmen zugleich eine weißlich gelbe Färbung an. Allmählig verlieren sie ihre frühere klinorhombische Spaltbarkeit und nehmen dagegen eine orthorhombische Spaltbarkeit an, ohne daß ihre äußere Form sich deßhalb ändert. —

Formenreihe des isometrischen Systemes. Nicht alle Substanzen, welche im isometrischen Systeme krystallisiren, finden sich in einer der wenigen Formen, in welchen wir den Alaun kennen gelernt haben, sondern es ist die Zahl der möglichen Formen sehr groß. Es gibt eben zunächst nur eine Beschränkung dieser Möglichkeit, welche man in der Natur nie überschritten findet und welche eben in der Gleichartigkeit der Axen, in der Isometrie selbst, ihren Grund hat; dieselbe haben wir bereits beim Alaun entdeckt: gleichartige Theile einer Krystallform — Axen, Ecken, Kanten, Flächen — können nie anders, als auf gleichartige Weise von den Veränderungen betroffen werden. Man nennt dieses

„Gesetz" auch wohl kurzweg das Gesetz der Symmetrie. Versuchen wir nun, die im isometrischen Systeme nach dem Gesetze der Symmetrie möglichen Allformen zu finden. Wir dürfen dabei von irgend einer beliebigen isometrischen Form ausgehen; da wir mit derselben Leichtigkeit eine jede aus jeder andern ableiten können.

Der Würfel (Fig. 842) kann erleiden:

1) Abstumpfung der sämmtlichen Kanten, indem jede Kante durch eine Fläche ersetzt wird, die gegen jede der beiden Flächen, welche zuvor die Kante bildeten, die nämliche Neigung besitzen muß (Fig. 843). Die Abstumpfungsflächen sind Rhombendodekaederflächen,* seien sie nun geringer oder größer als die Würfelflächen (Fig. 844). Werden die Würfelflächen ganz verdrängt, so entsteht das reine Rhombendodekaeder (Fig. 845).

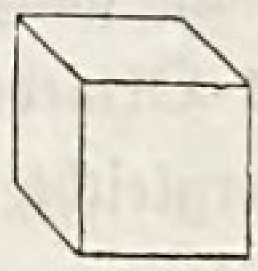


Fig. 842. Der Würfel. W.

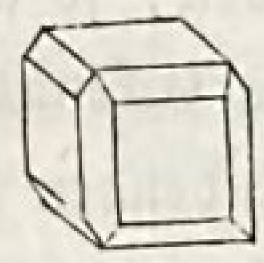


Fig. 843. Der Würfel mit abgestumpften Kanten (Rhombendodekaederflächen). W + RD.

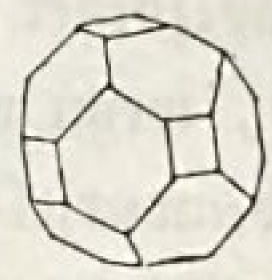


Fig. 844. Der Würfel mit abgestumpften Kanten (Rhombendodekaederflächen). W + RD.

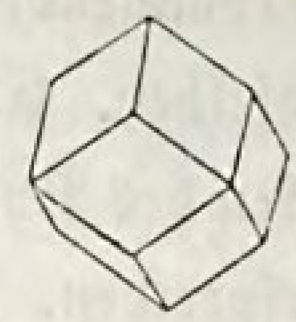


Fig. 845. Das Rhombendodekaeder. RD.

2) Zuschärfung der Kanten, indem jede Kante durch zwei Flächen ersetzt wird, welche eine neue, stumpfere Kante darstellen. Diese Zuschärfungsflächen lassen von jeder Würfelfläche nur ein größeres (Fig. 846) oder geringeres (Fig. 847) Quadrat zurück, oder, wenn sie diese gänzlich verdrängen, so bilden sie, sich unter einander auf jeder Seite des Würfels in vier Kanten schneidend, eine flache vierseitige Pyramide an der Stelle der Würfelflächen (Fig. 848). Die so entstandene Form besitzt demnach sechsmal vier, zu je vieren in einer Pyramide vereinigte, Flächen. Man nennt sie den Pyramidenwürfel (**PW**). Uebrigens ist es leicht einzusehen, daß mehrere verschiedene Pyramidenwürfel möglich sind, indem die Zuschärfungsflächen gegen einander eine verschiedene Neigung haben können, so daß stumpfere oder minder stumpfe Pyramiden daraus hervorgehen.

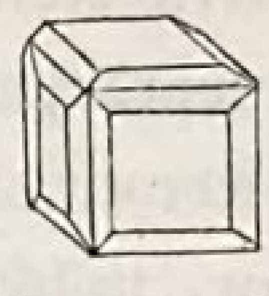


Fig. 846. Der Würfel mit zugeschärften Kanten. W + PW.

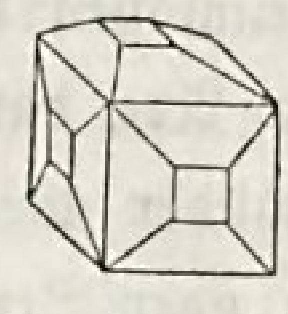


Fig. 847. Der Würfel mit zugeschärften Kanten. W + PW.

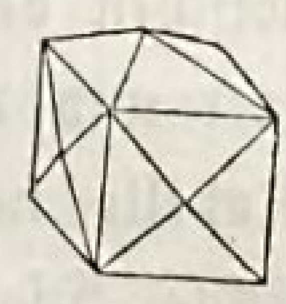


Fig. 848. Der Pyramidenwürfel. PW.

3) Abstumpfung der Ecken, indem jede Ecke durch eine Fläche ersetzt wird. Diese Veränderung führt zum Oktaeder (Fig. 849 — 852).

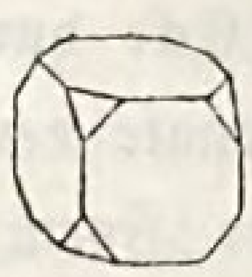


Fig. 849. Der Würfel mit abgestumpften Ecken. W + O.

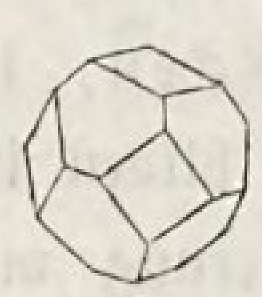


Fig. 850. Der Würfel mit abgestumpften Ecken. W + O.

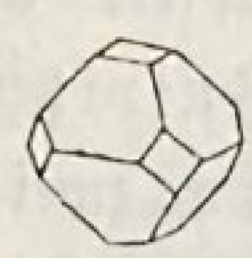


Fig. 851. Der Würfel mit vorwaltenden Oktaederflächen. W + O.

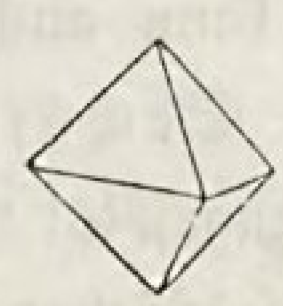


Fig. 852. Das Oktaeder. O.

4) Dreiflächige Zuspitzung der Ecken, indem jede Ecke durch drei neue Flächen ersetzt wird, welche eine neue stumpfere Ecke bilden. Diese Zuspitzung kann ausgehen von den drei W-Flächen (Fig. 853); eine solche Veränderung führt zum Trapezoeder (Fig. 854

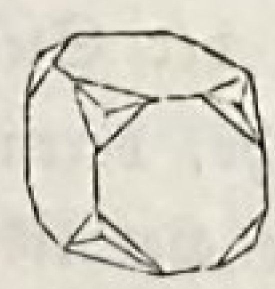


Fig. 853. Der Würfel mit von den Flächen aus zugespitzten Ecken. W + Tz.

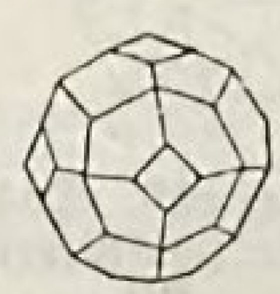


Fig. 854. Der Würfel mit vorwaltenden Trapezoederflächen. W + Tz.

* Für den Würfel gebraucht man die Abkürzung **W**, für das Rhombendodekaeder die Abkürzung **RD**.

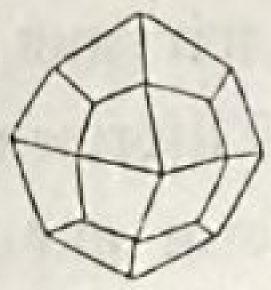


Fig. 855. Das Trapezoeder. Tz.

und 855). Es kann natürlich stumpfere und minder stumpfe Trapezoederzuspitzungen geben. Jedoch geht die Zahl der hierin möglichen Verschiedenheiten keineswegs, wie in der Geometrie, in's Unendliche, sondern dieselbe ist sehr begrenzt. Vergleicht man die einander entsprechenden Axen zweier verschiedener Formen, z. B. die Eckenaxen des Würfels mit den Axen, welche die entsprechenden, dreiflächigen stumpferen oder spitzeren Ecken der vorkommenden Trapezoeder verbinden, so findet man ganz bestimmte Verhältnisse unter denselben. Ebenso, wenn man die Eckenaxen des Oktaeders mit den, die vierflächigen Ecken des Pyramidenwürfels verbindenden Axen vergleicht, welche ihnen in der Lage ganz entsprechen. Die Winkel nämlich, welche die Neigung der einen und die Neigung der andern Flächen mit derselben Axe macht, verhalten sich stets so, daß bei analoger Uebertragung dieser Winkel in rechtwinklige Dreiecke und bei Annahme einer gleichen Länge derjenigen Kathete, welche einen Schenkel dieser Winkel bildet, die andere, gegenüberliegende Kathete des einen Winkels das Mehrfache der gegenüberliegenden Kathete des anderen Winkels nach einer ganzen Zahl oder auch nach einer Bruchzahl bildet, welche in der Regel sehr einfach ist. Oder nimmt man die gegenüberliegende Kathete gleich lang, so findet man ein eben solches Verhältniß zwischen den Längenmaßen der anderen Kathete, welche somit die verschiedene Länge einer und derselben Axe darstellen würde, wenn man sich an einem und demselben Modelle nach einander die verschiedenen Neigungsverhältnisse wirklich ausgeführt dächte. Die ganzen oder Bruchzahlen, welche den Axenlängen bei den in der Natur an Krystallen wirklich beobachteten Neigungsverhältnissen analoger Flächen entsprechen, sind meistens 1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 oder 1 : $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{3}$: $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{5}$: $\frac{1}{6}$ u. s. w. Man nennt diese in der Natur stets eingehaltene Beschränkung der Möglichkeiten vorkommender Neigungsverhältnisse das Gesetz der Axenverhältnisse.

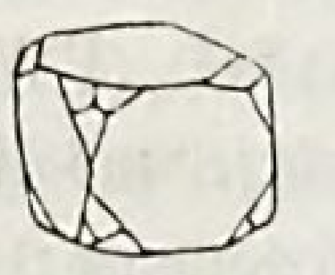


Fig. 856. Der Würfel mit von den Kanten aus zugespitzten Ecken. W + PO.

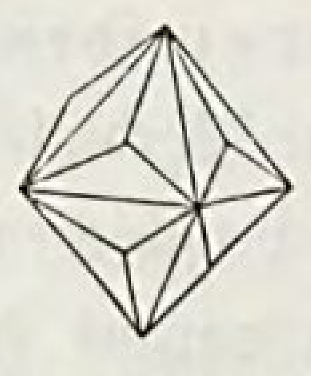


Fig. 857. Das Pyramidenoktaeder. PO.

Die Zuspitzung kann aber auch ausgehen von den drei W-Kanten (Fig. 856); eine solche Veränderung führt zum Pyramidenoktaeder (Fig. 857), einer Form, welche 24 gleichschenklige dreieckige Flächen besitzt, deren je drei sich zu einer flachen Pyramide vereinigen, deren Basis (Grundfläche) einer Oktaederfläche parallel ist. Es kann auch hier stumpfere und spitzere Pyramidenoktaederzuspitzungen geben.

5) Sechsflächige Zuspitzung der Ecken, indem jede Ecke durch sechs Flächen zugespitzt wird, deren je zwei eine Kante bilden in der Diagonale der vorigen Zuspitzungsflächen (Fig. 856). Diese Veränderung muß zu einer Form führen,

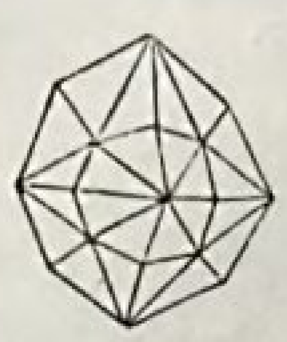
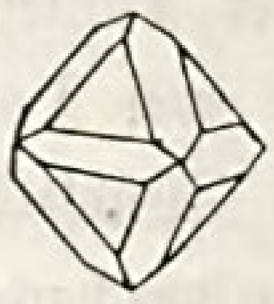
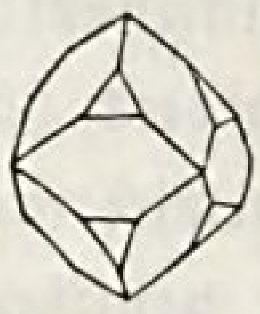
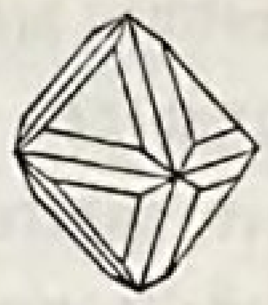


Fig. 858. Das Hexakisoktaeder. HO.

welche dem Ergebnisse jener Veränderung ähnlich ist, nämlich zum Sechsmalachtflächner oder Hexakisoktaeder (Fig. 858), indem an der Stelle jeder Würfelecke eine flache sechsseitige Pyramide entsteht, deren Grundfläche einer Oktaederfläche parallel sein würde. Auch die Hexakisoktaederpyramiden können, so weit das Gesetz der Axenverhältnisse es gestattet, stumpfer oder minder stumpf sein.

Gehen wir vom Oktaeder (Fig. 852) aus, so finden wir, daß Abstumpfung der Oktaederecken die Würfelflächen hervorruft (Fig. 851, 850, 849). Abstumpfung der Oktaederkanten (Fig. 859 und 860), führt zu den Flächen des Rhombendodekaeders (Fig. 845). Zuschärfung der Oktaederkanten (Fig. 861)

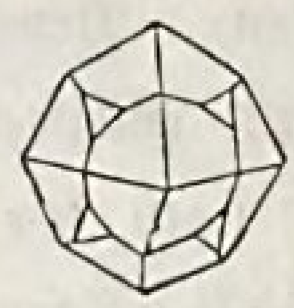
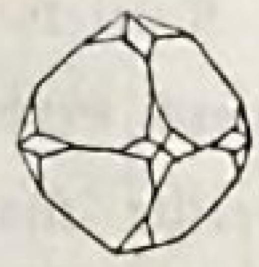
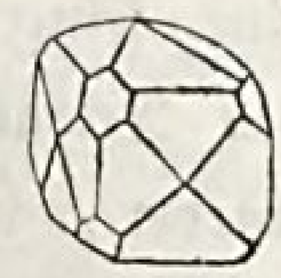




Fig. 859. Fig. 860. Fig. 861. Das Oktaeder mit zugeschärften Kanten. O + PO. Fig. 862. Fig. 863. Fig. 864. Fig. 865.

Fig. 859. Das Oktaeder mit abgestumpften Kanten. O + RD.

Fig. 860. Das Oktaeder mit vorherrschenden Rhombendodekaederflächen. O + RD.

Fig. 862. Das Oktaeder von den Flächen aus an den Ecken zugespitzt. O + Tz.

Fig. 863. Das Oktaeder mit vorwaltenden Trapezoederflächen. O + Tz.

Fig. 864. Das Oktaeder von den Kanten aus an den Ecken zugespitzt. O + PW.

Fig. 865. Das Oktaeder mit vorwaltenden Pyramidenwürfelflächen. O + PW.

bringt die Flächen des Pyramidenoktaeders (Fig. 857) hervor. Vierflächige Zuspitzung der Oktaederecken von den Oktaederflächen aus (Fig. 862 und 863) ergibt die Flächen des Trapezoeders (Fig. 855), während die vierflächige Zuspitzung von den Oktaederkanten aus (Fig. 864 und 865) die Flächen des Pyramidenwürfels (Fig. 848) hervorruft.

Hemiedrieen. Die Reihe der Formen, welche im isometrischen Systeme ohne Verletzung des Gesetzes der Symmetrie vorkommen können, ist mit den angeführten erschöpft. Es ist nun noch eine Anzahl von wirklich vorkommenden Formen hinzuzufügen, bei welchen das Gesetz der Symmetrie auf eine höchst regelmäßige, man könnte sagen „symmetrische" Weise verletzt erscheint, nämlich Formen, an welchen man von den Flächen einer gewissen Neigung nur die Hälfte der nach dem Gesetze der Symmetrie erwarteten Zahl vorfindet. Dergleichen Formen nennt man Halbflächner oder Hemiedrieen. So findet man mitunter Würfelrlle, von deren Ecken nur die Hälfte durch die Oktaederflächen abgestumpft ist; die vorhandenen Oktaederflächen sind aber so vertheilt, daß keine der Würfelkanten und keine der Würfelflächen von denselben unberührt bleibt, indem einer jeden unverändert gebliebenen Würfelecke diametral gegenüber eine Oktaederfläche liegt, so daß alle Würfelflächen durch Abschneidung je zweier sich diagonal entgegengesetzter Winkel einen sechseckigen Umriß bekommen (Fig. 866 und 867). Indem bald die einen, bald die andern vier der Oktaederflächen vorhanden sein können, gibt es natürlich zwei verschiedene Hemiedrieen, welche in dieser Weise entstehen. Werden die hemiedrischen Oktaederflächen so groß, daß die Würfelflächen fast verschwinden, so wird es

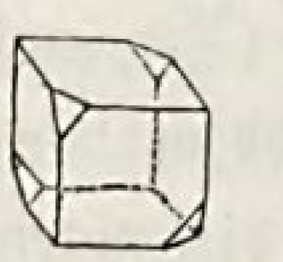
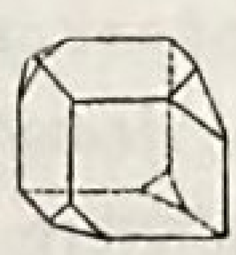



Fig. 866. Fig. 867.

Fig. 866. Der Würfel, hemiedrisch an den Ecken abgestumpft. $W + \frac{O}{2}$

Fig. 867. Der Würfel, hemiedrisch an den Ecken abgestumpft. $W + \frac{O'}{2}$

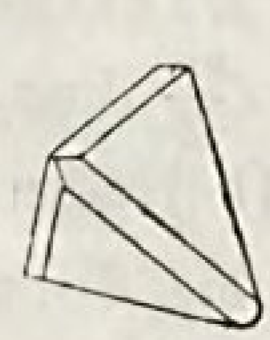


Fig. 868. Der Würfel mit vorwaltenden hemiedrischen Oktaederflächen. $W + \frac{O'}{2}$

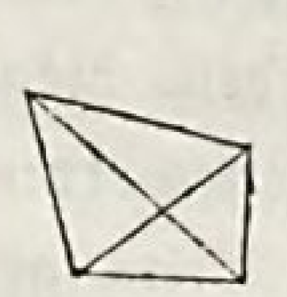
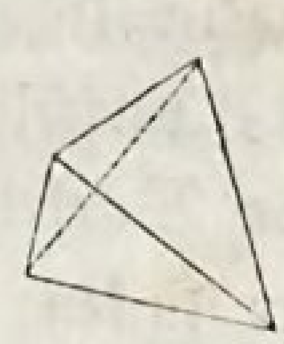



Fig. 869. Fig. 870.

Fig. 869. Das Tetraeder. $\frac{O}{2}$

Fig. 870. Das Tetraeder. $\frac{O'}{2}$

schwer, den Körper in die Stellung zu bringen, welche seinem Verhältnisse zum Würfel entspricht (Fig. 868). Bei völligem Verschwinden der Würfelflächen erhält man einen Körper (Fig. 869 und 870), welcher die einen zwei obern und die andern zwei unteren Oktaederflächen besitzt. Legt man ihn auf eine Oktaederfläche, so gleicht er einer regulären dreiseitigen Pyramide; allein diese Stellung würde wenig geeignet sein, die wahre Bedeutung der Form, welche man Vierflächner oder Tetraeder nennt, hervortreten zu lassen; vielmehr muß man denselben auf

eine seiner Kanten stellen. Denn die Axen, welche die Mittelpunkte der Kanten des Tetraeders verbinden, entsprechen den Eckenaxen des Oktaeders. Die zwei Tetraeder, welche man je nach der einen oder der anderen Hemiedrie des Würfels (Fig. 866 und 867) erhalten kann, müssen so gestellt werden, daß ihre entsprechenden Kanten sich rechtwinklig kreuzen, wie die Diagonalen der Würfelflächen. Diese Betrachtung würde kein Interesse darbieten, wenn man nicht mitunter Tetraeder fände, deren Ecken Abstumpfungsflächen zeigen, welche letztere als Flächen des anderen „diagonalen" Tetraeders anzusehen sind (Fig. 871). Man erhält denselben Körper aus einem Oktaeder, dessen eines oberes Flächenpaar nebst dem diagonal entgegengesetzten unteren Flächenpaare größer ausgebildet ist, als die beiden anderen Paare.

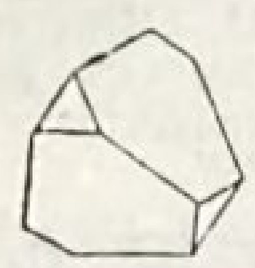


Fig 871. Ein Tetraeder, dessen Ecken abgestumpft sind durch die Flächen des anderen „diagonalen" Tetraeders. $\frac{o}{2} + \frac{o'}{2}$

Wenn in einer ähnlichen Weise, anstatt der hemiedrischen Abstumpfung der Würfelecken, die dreiflächige Zuspitzung von den Würfelflächen aus, welche in vollzähliger Ausbildung zum Trapezoeder (Fig. 855) führen würde, hemiedrisch auftritt, so entsteht ein Körper von tetraedrischem Typus, welcher aber auf jeder Tetraederfläche eine flache dreiseitige Pyramide trägt. Man nennt diese Hemiedrie des Trapezoeders, deren es natürlich auch zwei verschiedene geben kann, das Pyramidentetraeder ($\frac{tz}{2}$ und $\frac{tz'}{2}$). Die entsprechende Hemiedrie des Hexakisoktaeders (Fig. 858) ist ein ähnlicher Körper, dessen Flächen vier flache unregelmäßig sechsseitige Pyramiden darstellen; man nennt ihn Hexakistetraeder ($\frac{ho}{2}$). Es können nicht allein zwei diagonal entgegengesetzte Hexakistetraeder ($\frac{ho}{2}$ und $\frac{ho'}{2}$) vorkommen, sondern es ist auch noch eine ganz andere Art von Hemiedrieen des Hexakisoktaeders möglich. Wenn sich nämlich je von den sechs Flächen einer jeden der acht sechsseitigen Pyramiden drei auf Kosten der ursprünglich mit ihnen abwechselnden anderen drei vergrößern und diese dadurch ganz verdrängen, so entsteht ein Körper von 12 Trapezflächen umschlossen, dem Trapezoeder ziemlich ähnlich und durch die Kantenwinkel von demselben zu unterscheiden. Man nennt diese Hemiedrie den Zweimalzwölfflächner oder das Diakisdodekaeder ($\frac{ho}{2}$), und solcher sind natürlich wieder zwei verschiedene möglich ($\frac{ho}{2}$ und $\frac{ho'}{2}$), je nachdem von den sechs Zuspitzungsflächen der Würfelecken (den HO-Flächen) entweder diejenigen vorhanden sind, welche von der linken Seite gegen die Würfelkanten geneigt waren, oder die von der rechten Seite. Auch die Pyramidenwürfelflächen kommen hemiedrisch ausgebildet vor, und diese Hemiedrie ist, neben dem Tetraeder und Pyramidentetraeder, eine sehr häufige. Wenn sich nämlich je von den beiden Pyramidenwürfelflächen, welche die Kanten des Würfels zuschärfen (Fig. 872) an jeder Kante nur eine ausbildet, und zwar in der Weise, daß allemal von den vier gegen jede Würfelfläche geneigten Zuschärfungsflächen nur zwei, zweien parallelen Kanten angehörige, derartige Flächen vorhanden sind (Fig. 873), so entsteht ein Körper, welcher von zwölf fünfeckigen Flächen (Pentagonen) umschlossen ist, das Pentagonaldodekaeder (Fig. 874). Diese Hemiedrie ist nebst dem Diakisdodekaeder bemerkenswerth dadurch, daß je zwei ihrer Flächen parallel

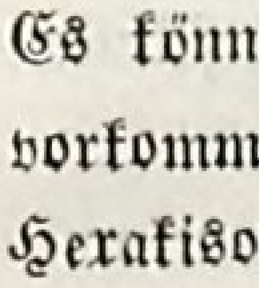


Fig. 872. W + PW.

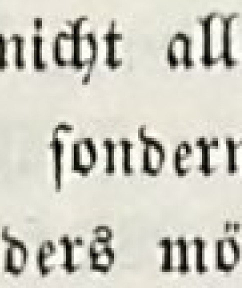


Fig. 873. Der Würfel mit hemiedrisch zugeschärften Kanten. $W + \frac{PW}{2}$

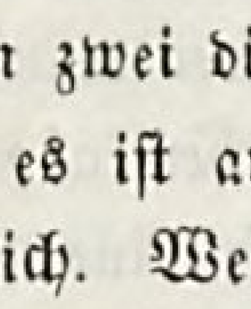


Fig. 874. Die Hemiedrie des Pyramidenwürfels: das Pentagonaldodekaeder. $\frac{PW}{2}$

liegen, während die meisten Hemiedrieen gleich daran als Hemiedrieen erkennbar sind, daß dieser Flächenparallelismus ihnen fehlt und daß somit die Axen, welche man von dem Mittelpunkte ihrer Flächen aus gezogen denkt, an ihrem entgegengesetzten Pole keine parallele Fläche treffen. Das Pentagonaldodekaeder leitet man aus dem Oktaeder eben so leicht ab, als aus dem Würfel, indem man jede der Oktaederecken von den Kanten her nur zweiflächig zugespitzt denkt und zwar so, daß von jeder der zwölf Kanten nur an einem Ende eine Zuspitzungsfläche ausgeht (Fig. 875). Werden hiebei die hemiedrischen Pyramidenwürfelflächen so groß, daß sie sich gerade mit ihren Winkeln berühren, und daß somit die Oktaederkanten gerade völlig verschwinden, so haben sie eine dreieckige Gestalt, ganz wie die Ueberreste der Oktaederflächen, und so stellt sich ein Körper dar von zwanzig Dreieckflächen umgeben, deren acht Oktaederflächen, zwölf aber Pentagonaldodekaederflächen sind. Man nennt diesen Körper den Zwanzigflächner oder das Ikosaeder (Fig. 876). Gerade diese Form erhält man vom Alaun, wenn man der Auflösung desselben einige Tropfen von Salzsäure (Chlorwasserstoff) zusetzt.

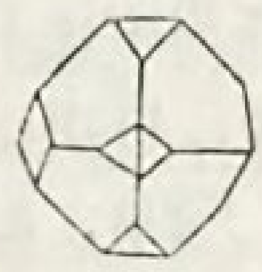


Fig. 875. Das Oktaeder mit hemiedrisch zugespitzten Ecken. $o + \frac{pw}{2}$

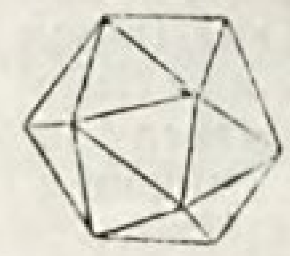


Fig. 876. Das Oktaeder mit hemiedrisch zugespitzten Ecken: das Ikosaeder. $o + \frac{pw}{2}$

Combinationen. Um die Mannigfaltigkeit der Gestalten zu vermehren, können nun nicht allein alle erwähnten, nach dem Gesetze der Symmetrie ableitbaren Formen des isometrischen Systemes selbstständig vollzählig oder hemiedrisch bei den Substanzen vorkommen, welche im isometrischen Systeme xllisiren, sondern es können auch die Flächen von je zwei, wie wir dieses bei allen Uebergangsstufen gesehen haben, oder drei oder mehreren derselben gemeinsam an einer Xllform theilnehmen. Eine solche Xllform nennt man eine Vereinigung oder Combination von mehreren Formen; so ist das Ikosaeder (Fig. 876) eine „Combination des Oktaeders mit dem Pentagonaldodekaeder".

Gruppirungen von Xllen. Sehr häufig ist es, daß sich mehrere Xlle bei ihrer Bildung auf eine regelmäßige Weise zusammenfügen, ja bei den Xllen, welche man im Erdboden gebildet vorfindet, ist eine regelmäßige Zusammengruppirung häufiger, als eine solche, welche man eine zufällige nennen möchte. Gewöhnlich sind es entsprechende Flächen, nach welchen die Xlle sich zusammenfügen, und dabei können diese Flächen solche sein, welche auch an der Xllform ausgebildet vorkommen, oder solche, welche nicht äußerlich vorkommen, jedoch vorkommen könnten, indem sie von den vorkommenden Formen ableitbar sind. Würfel fügen sich meistens mit den Würfelflächen zusammen und stellen so Gruppen dar, welche sich von ächten Würfeln oft kaum durch eine Ungleichheit der Flächen unterscheiden (Fig. 877—879). Sind auch in manchen Fällen die so entstehenden rechteckigen oder quadratischen Prismen auf allen Flächen völlig glatt, so bedarf es dagegen bei andern bloß einer Hin- und Herdrehung des Körpers, um durch die Spiegelung des Lichtes auf einzelnen Flächen Spuren der Zusammengruppirung zu erkennen und sich zu überzeugen, daß dasjenige, was

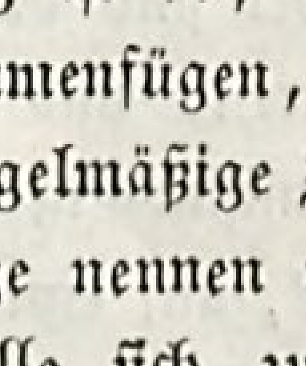


Fig. 877. Eine würfelförmige Gruppe von Würfeln.

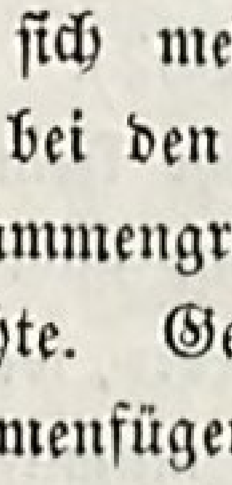


Fig. 878.

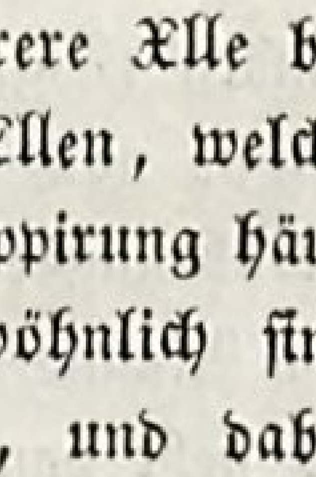


Fig. 879.

Fig. 878 und 879. Gruppen von Würfeln, rektanguläre Prismen darstellend.

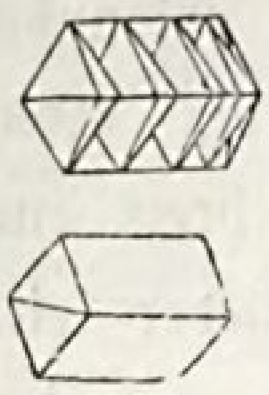


Fig. 880. Eine Doppeldachförmige Xllgruppe, aus Oktaedern bestehend, deren eins die unmittelbare Verlängerung des andern bildet; man hat einige dieser Individuen in der Zeichnung angedeutet.

man geneigt war, für einen einzelnen Xll anzusehen, in der That Hunderten von Xllen entspricht. Oktaeder sind nicht selten nach einer Rhombendodekaederfläche, also mit ihren Kanten, zusammengruppirt und zwar so, daß ein großer Theil der Masse beiden Xllen gemeinsam ist und man durch Spaltung beliebig entweder den einen oder den andern vollständig herstellen und von dem andern befreien kann. Eine solche Gemeinsamkeit eines Theiles der Xllmasse setzt durchaus eine übereinstimmende Stellung der Massentheilchen voraus. Viele Oktaeder in solcher Weise vereinigt, stellen doppelt dachförmige Massen dar (Fig. 880), welche man ebenfalls leicht als einzelne Xlle ansehen könnte (Fig. 880, a—i). In andern Fällen sind die Xlle nach Oktaeder-

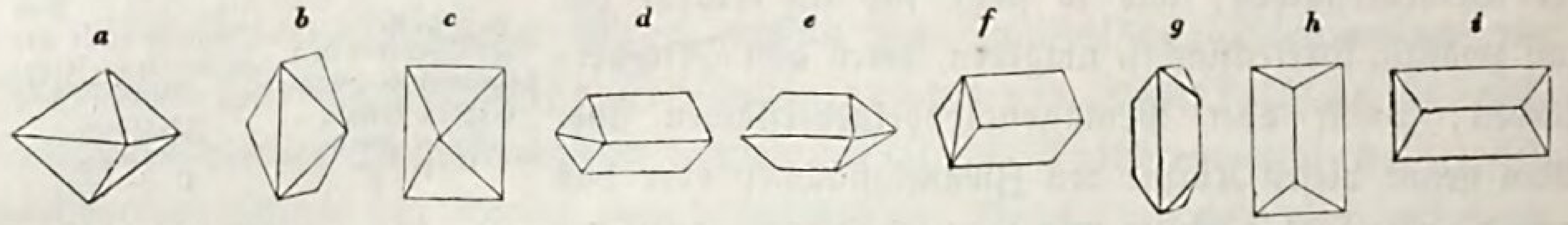


Fig. 880, a—i. Oktaeder, welche sich in verschiedenen Richtungen durch Zugruppirung anderer Oktaeder ausgedehnt haben, und deren verzerrte Formen daher durch mehrere Individuen zu erklären sind.

flächen vereinigt, welche sich jedoch dabei keineswegs zu decken brauchen, sondern mit ihren Ecken einander überragen (Fig. 881). In dieser Zusammenfügung sind die sich entsprechenden Flächen der beiden Xlle parallel, wie die Axen es sind, und es geht auch hier die Spaltbarkeit des einen Xlles ununterbrochen mit durch die Masse des andern Xlles hindurch. Wenn dagegen die Zusammenfügungsflächen sich völlig decken, so ist damit nothwendig eine verschiedene Richtung der Axen verbunden (Fig. 882).

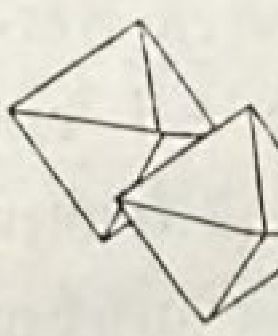


Fig. 881. Zwei Oktaeder mit Axenparallelismus zusammengewachsen.

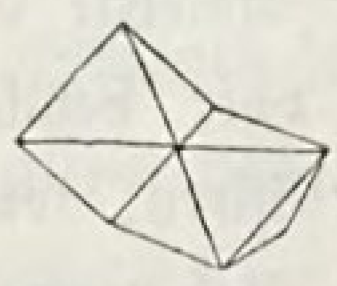


Fig. 882. Zwei Oktaeder mit Axendivergenz zusammengewachsen.

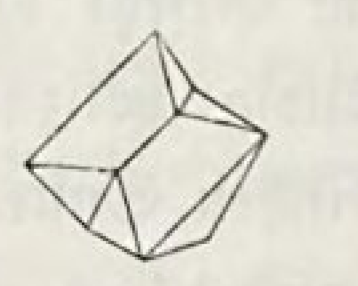


Fig. 883. Zwei Oktaeder mit Axendivergenz an einander gewachsen und nach der Zusammenfügung vergrößert.

Dabei sind dann beide Xlle oft schon in Berührung getreten, als sie noch sehr klein waren, und bei ihrer ferneren Vergrößerung hat nun die Berührungsebene unverhältnißmäßig groß werden müssen (Fig. 883), ganz wie bei dem Alaunoktaeder, welches, auf einer Fläche ruhend, im Umfange wächst (S. 1084). Es sieht dann mitunter so aus, als sei ein vollständiges Oktaeder parallel einer Fläche mitten durchgeschnitten und die beiden Hälften wären auf der Verbindungsebene um einen halben Umkreis gedreht und so wieder vereinigt. Diese, übrigens ganz nutzlose, Vergleichung hat den noch immer gebräuchlichen Namen Halbdrehungen oder Hemitropieen veranlaßt, welche man dergleichen Doppelxllen gegeben hat. Im Allgemeinen nennt man sonst regelmäßig vereinigte Doppelxlle **Zwillingsxlle**. Das sichere Erkennungsmerkmal vereinigter Xlle bilden die **einwärtsspringenden Winkel** zwischen benachbarten Flächen, welche bei solchen selten fehlen, und welche bei einem einfachen Xllindividuum nie vorkommen. Minder regelmäßige Vereinigungen kleiner Xlle, besonders auch oktaedrischer, stellen oft moosförmige Gruppen dar, welche besonders auffallend an die Form von Pflanzengebilden erinnern, wenn die einzelnen Xllchen zu klein sind, um dem bloßen Auge bemerkbar zu sein. Man nennt dergleichen Gruppen Bäumchen oder **Dendriten** (Fig. 884). In anderen Fällen erscheinen die Gruppen äußerst kleiner Xlle als haarfeine Prismen oder Fasern und

man beobachtet nicht selten das Entstehen derartiger Bildungen. Wenn nämlich ein poröses Gestein, wie Thon, Sandstein u. s. w. von irgend einer Feuchtigkeit durchdrungen ist, welche eine xllisirbare Substanz aufgelöst enthält, so setzt dieselbe verdunstend über den Poren des Gesteins ein zartes Xllchen ab. Neue Feuchtigkeit, welche nachdringt, fügt ein zweites Xllchen hinzu, welches sich in regelmäßiger Weise mit dem ersten verbindet, und indem ein Xllchen dem andern folgt, schieben sich die zuerst gebildeten immer länger hervor. Hieher gehören alle sogenannten Ausblühungen oder Efflorescenzen des Mineralreiches. Mitunter treten zahllose Fasern so dicht gedrängt neben einander hervor, daß sie sich unmittelbar an einander legen und auf diese Weise faserige Massen darstellen.



Fig. 884. Dendritische Xllgruppe von gediegenem Kupfer.

Regellose Zusammenhäufungen. Von den Gruppirungen von Xllen sind zu unterscheiden die regellosen Anhäufungen von solchen. Entweder sind in diesen die Xllindividuen einzeln deutlich erkennbar, oder es sind dieselben so innig zusammengefügt, daß man die Grenzen zwischen denselben nicht zu erkennen vermag und daß sich äußere Xllflächen, wegen der gegenseitigen Bedrängung, gar nicht haben ausbilden können. Von solcher Art sind die körnigen Massen, wie man sie beim Zerschlagen einer nach Verdunstung des Wassers am Boden eines Gefäßes zurückgebliebenen Alaunkruste sieht, und wie sie auch im Erdboden oft in Gesteinsmassen gefunden werden. Das Steinsalz besteht oft aus so großkörnigen Massen, daß man als Spaltungsstücke fußgroße Würfel darstellen könnte, während es in anderen Fällen so feinkörnig ist, daß nur das flimmernde Spiegeln der einzelnen, schon beim Zerschlagen hervortretenden, Spaltungsflächen die kleinen Xllindividuen verräth. Selbst wo unserem bloßen Auge eine Masse vollkommen dicht erscheint und kein flimmerndes Pünktchen denselben mehr wahrnehmbar ist, da erkennt man, unter Anwendung eines Vergrößerungsglases, noch deutlich xllinische Körnchen, aus denen das ganze sogenannte „dichte“ Gestein besteht.

Formenverschiedenheit der Substanzen. Da bei einem jeden Minerale, welches im isometrischen Systeme xllisirt, alle Formen und Combinationen vorkommen können, welche aus einem isometrischen Axenverhältnisse ableitbar sind, so scheint die Bestimmung der Mineralsubstanz nach dem einzigen Merkmale der Xllform offenbar nicht möglich zu sein. Indessen ist diese dennoch annäherungsweise durch Berücksichtigung einiger Eigenthümlichkeiten und Beschränkungen, welche man in der Natur beobachtet, ermöglicht. Nicht bei allen isometrisch xllisirenden Substanzen ist nämlich das Oktaeder die Grundform, d. h. diejenige Form, welcher die Richtungen der Spaltbarkeit — die sogenannten Spaltungsrichtungen oder „Blätterdurchgänge“ — parallel sind. Vielmehr ist es bei den einen das Oktaeder, bei den andern der Würfel, bei andern das Rhombendodekaeder. — Hienach sondern sich alle isometrischen Xlle wieder in drei Reihen. Nicht bei allen aber ist die Spaltung leicht auszuführen, sondern die einen sind leicht spaltbar, die andern schwer spaltbar, noch andere zerspringen eher in unregelmäßigen Richtungen, als daß sie spalten, und zeigen so das, was man einen mehr oder minder vollkommenen Bruch nennt. Die Beschaffenheit der Bruchflächen ist meistens sehr charakteristisch. Dazu kommt dann, daß bei wenigen Substanzen eine sehr große Zahl verschiedener Formen oder Combinationen als wirklich vorkommend beobachtet wird; vielmehr sind es meistens nur

einige wenige Formen und Combinationen, welche man bei einer Mineralsubstanz beobachtet hat, und oft ist einer Mineralsubstanz eine gewisse Combination so eigenthümlich, daß man kaum noch zweifeln kann, sobald man die Form erkannt hat. Bisweilen hat die Grundform so sehr das Uebergewicht, daß dieselbe sich in auffallender Weise verräth, auch wenn ihre Flächen äußerlich gar nicht zur Ausbildung gekommen sind. Man sieht nämlich in diesem Falle auf gewissen anderen Flächen mehr oder weniger deutliche Reifen parallel den Kanten, welche entstehen würden, wenn die Flächen der Grundform durch Spaltung hervorgebracht würden, und in der That sieht man mit Hülfe einer Vergrößerung, daß diese Reifen nichts anderes sind, als wirkliche Kanten, welche von solchen Flächen hervorgebracht werden, die mit den Massentheilchen, welche durch ihre Anlagerung die gereiften Flächen vergrößert haben, zahlreiche aus- und einspringende Winkel bilden. Derartige Reifungen gewisser Flächen sind oft ein ausgezeichnetes Merkmal der Xlle gewisser Mineralsubstanzen (S. 1099).

Eine weitere eigenthümliche Verschiedenheit in der Xllisation der verschiedenen Substanzen zeigt sich selbst bei gänzlich übereinstimmenden Formen und Combinationen, in dem verschiedenen Glanze der einen oder anderen Flächen. Diejenigen Flächen, welche am vollkommensten ausgebildet sind, haben den vollkommensten Glanz; ebenso besitzen sie eine größere Härte als andere. Bei einigen Xllen bemerkt man hierin gar keinen, bei andern dagegen einen nicht unbedeutenden Unterschied.

Physikalische Merkmale. Uebrigens sind Härte und Glanz auch im Allgemeinen Merkmale, welche zur Erkennung der Mineralien treffliche Dienste leisten. Es stehen beide Eigenschaften in innigem Zusammenhange mit der Dichtigkeit der Masse, welche bei gleicher Temperatur für die verschiedenen Substanzen sehr verschieden ist. Man hat zur Bezeichnung der Härte eine Anzahl von sehr bekannten Mineralien gewählt, mit welchen man das Mineral, dessen Härte man bestimmen will, vergleicht. Die Vergleichung geschieht durch den Versuch, auf einer Fläche des einen Minerales mit Hülfe des andern eine Ritzfurche zu ziehen — das eine Mineral mit dem andern zu ritzen. Eine solche Furche, so fein sie auch sei, verräth sich leicht durch einen Strich, welchen das geringe Staubpulver, welches man losgeritzt hat, darstellt. Die Mineralien, nach welchen man vergleichungsweise die Härtegrade bestimmt, sind:

1. Talk.	4. Flußspath.	7. Quarz.
2. Steinsalz.	5. Apatit.	8. Topas.
3. Kalkspath.	6. Orthoklasfeldspath.	9. Korund.
	10. Demant.	

Ein Mineral habe den Härtegrad 5 — 6, heißt so viel, als daß dasselbe vom Orthoklasfeldspath geritzt werde, dagegen den Apatit zu ritzen im Stande sei. Andere Merkmale, welche sich auf eigenthümliche Aeußerungen der Cohäsion beziehen, wie die Dehnbarkeit oder Geschmeidigkeit, oder die Sprödigkeit oder Mildheit (mildester Grad der Sprödigkeit), können ebenfalls oft charakteristische Merkmale abgeben. — Den Glanz, auf dessen Art und Grad übrigens Nebenumstände nicht selten von Einfluß sind, bezeichnet man nach ungefähren Vergleichungen mit bekannten Dingen, als Metallglanz, Demantglanz, Glasglanz, Perlmutterglanz, Seidenglanz, Wachsglanz; den Mangel an Glanz als Sammetschimmer,

Mattigkeit, erdiges oder rauhes Ansehen. Die Dichtigkeit der Masse der verschiedenen Substanzen bezeichnet man durch Vergleichung des Gewichtes gleich großer Raumeinheiten (Volumen) derselben mit dem Gewichte derselben Raumeinheit des Wassers. Man nennt dieses Gewichtsverhältniß auch das specifische Gewicht. Die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht des Demants sei = 3,5 (d. h. 3 und $^5/_{10}$ oder $3^1/_2$), heißt so viel, als ein gewisses Volumen von Demant wiegt drei und ein halbmal so viel, als ein gleiches Volumen von Wasser. Man findet diesen Werth, indem man einen Körper zuerst in der Luft auf gewöhnliche Weise wägt, sodann denselben, in Wasser getaucht, abermals wägt. Es wird dann so viel von seinem Gewichte durch das umgebende Wasser aufgewogen, als das Wasser wog, welches zuvor den Raum erfüllte, welchen jetzt der eingetauchte Körper erfüllt. Man findet so durch den Minderbetrag des Gewichtes des Körpers im Wasser das Gewicht des gleichen Wasservolumens. Durch dieses dividirt man sodann das vorher beim Wägen in der Luft gefundene Gewicht des Körpers. Fand man für einen Demant in der Luft das Gewicht = 35 (Gramme, Decigramme ....), im Wasser = 25, somit das Gewicht des gleichen Wasservolumens = 10, so ist das specifische Gewicht oder die Dichtigkeit des Demants = $3^1/_2$ = $3^5/_{10}$ = 3,5.

Man ist gewöhnlich sehr geneigt, auf die Farbe der Substanzen großen Werth zu legen und dieselben danach beurtheilen zu wollen. Dieses Merkmal ist jedoch meistens völlig unbrauchbar. Die völlig reinen Substanzen würden freilich theils gänzlich farblose, theils bestimmt und eigenthümlich gefärbte Xlle bilden; allein eine sehr geringe Menge einer fremdartigen Substanz, welche bei der Xllisation gegenwärtig war, und von welcher Theilchen zufällig zwischen die xllisirenden Massentheilchen geriethen, kann eine der Substanz, welcher die Xllform eigenthümlich ist, ganz fremdartige Färbung hervorrufen. Wie wir aus einer mit Karminpulver roth gefärbten Alaunlösung rothe Alaunxlle gewinnen können, so können irgend welche andere färbende Stoffe bei der Bildung der Xlle mit in diese eingehüllt werden, und es ist dieses häufiger der Fall, als daß völlig von dergleichen unwesentlichen verunreinigenden Beimengungen freie Xlle entstehen. Daher finden wir Xlle einer und derselben Mineralsubstanz in den verschiedensten Farben oder ganz ohne solche. Nur in seltenen Fällen gibt die Farbe daher ein brauchbares Merkmal, so wichtig dieselbe oft in anderen Beziehungen sein kann. Charakteristischer ist die Verschiedenheit, daß manche Mineralien, auch in den schönsten und vollkommensten Xllen, das Licht durchaus nicht durchlassen — man nennt solche Mineralien opak — während andere durchscheinig oder gar durchsichtig, im Allgemeinen pellucid, sind. Der Grad der Pelluciditàt kann freilich bei verschiedenen Xllen derselben Mineralsubstanz sehr abweichend sein, und es sind hierauf vorzüglich auch die färbenden zufälligen Stoffe von großem Einflusse.

Isomorphismus. Bei vollkommen gleicher Xllform ist es oft nicht möglich, zwei Mineralsubstanzen ohne nähere Untersuchung ihrer chemischen Bestandtheile zu unterscheiden. Man nennt Stoffe, welche vollkommen die gleiche Xllform haben, gleichgestaltige oder isomorphe Stoffe. Der Isomorphismus findet theils bei reinen Elementarstoffen statt, theils bei Mischungen ersten, zweiten ... Grades, welche aus einer völlig analogen Verbindung dieser isomorphen Elementarstoffe mit gewissen anderen Elementarstoffen entstanden sind. Der Alaun gibt eines der aus-

gezeichnetsten Beispiele des Isomorphismus. Derselbe besteht sehr häufig aus schwefelsaurem Kali, welches mit schwefelsaurer Thonerde und mit einer vierundzwanzigfachen Verhältnißmenge von Wasser verbunden ist. Die chemische Zeichenformel seiner Mischung ist $\dot{K}\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$. Da nun mit dem $\dot{K}$ (Kali) sowohl $\dot{Na}$ (Natron), als $\dot{Fe}$ (Eisenoxydul), $\dot{Mn}$ (Manganoxydul), $\dot{Mg}$ (Talkerde), welche sämmtlich die gleiche Verhältnißmenge von Sauerstoff enthalten, und selbst das ganz abweichend gemischte NH^3 (Ammoniak) isomorphe Substanzen sind, so können alle diese anstatt des Kali im Alaun enthalten sein, ohne daß die Xllform desselben dadurch verändert wird. Da ferner mit der $\dddot{\overline{Al}}$ (Thonerde) sowohl $\dddot{\overline{Fe}}$ (Eisenoxyd), als $\dddot{\overline{Cr}}$ (Chromoxyd) isomorphe Substanzen sind, so können diese andererseits die Thonerde vertreten, ohne daß man es an der Xllform des Alauns verspürte. Somit gibt es außer obigem

Kalithonerdealaun $= \dot{K}\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$ einen
Natronthonerdealaun $= \dot{Na}\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Eisenoxydulthonerdealaun $= \dot{Fe}\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Manganoxydulthonerdealaun $= \dot{Mn}\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Talkerdethonerdealaun $= \dot{Mg}\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Ammoniakthonerdealaun $= NH^3\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$, sodann einen
Kalieisenoxydalaun $= \dot{K}\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Fe}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Natroneisenoxydalaun u. s. w. $= \dot{Na}\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Fe}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$
Kalichromoxydalaun $= \dot{K}\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Cr}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$; ferner einen
Natronchromoxydalaun u. s. w. $= \dot{Na}\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Cr}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$, endlich auch einen
Talkerde / Manganoxydul } thonerdealaun $= (\dot{Mg}\,\dot{Mn})\,\dddot{S} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{S} + 24\,\dot{H}$,

in welchem das Kali zum Theil durch Talkerde, zum Theil aber durch Manganoxydul vertreten ist. Es ließe sich noch eine große Zahl anderer Möglichkeiten denken. Die genannten isomorphen Substanzen, welche hier für das Kali oder für die Thonerde eintreten können, verrathen sich freilich bei übrigens vollkommen reinem Zustande des Alauns, wie man ihn künstlich durch mehrfach erneuerte Auflösung und Xllisation darstellen kann, zum Theil durch eigenthümliche Färbung, zum Theil aber veranlassen sie nicht die mindeste Abänderung des Aussehens. Es bedarf daher, um über die chemischen Bestandtheile eines Xlls vollkommene Kenntniß zu haben, außer der Bestimmung der Xllform noch der chemischen Untersuchung. Gewöhnlich bedarf es nur einer theilweisen Untersuchung über das Vorhandensein des einen oder anderen Bestandtheiles, um nach Erkennung der Xllform, nach Untersuchung der Härte, der Dichtigkeit, nach Beurtheilung des Glanzes sich ganz genau zu unterrichten, welches Mineral man vor sich habe. Diese theilweisen Untersuchungen bestehen oft nur darin, daß man versucht, ob das Mineral in reinem Wasser oder in einer Säure löslich sei, und wenn es löslich ist, welchen Geschmack dasselbe besitze, oder daß man versucht, ob das Mineral leicht oder schwer schmelzbar sei u. s. w. Besonders kurz führen zum Ziele die Untersuchungen im Feuer mit Hülfe einer Lampenflamme und des sogenannten Löthrohres, nach der trefflichen Anweisung von Berzelius: „Die Anwendung des Löthrohres in der Chemie und Mineralogie."

Die bekannteren Mineralsubstanzen des isometrischen Systemes, welche sich im Erdboden gebildet vorfinden, sind die folgenden. Bei allen diesen Substanzen gehen

Lichtstrahlen, welche senkrecht auf parallele Flächen fallen, in ungestört gerader Linie hindurch, während schief auffallende, oder solche, welche senkrecht auf eine Fläche fallen, aber bei ihrem Durchgange eine andere nicht parallele Fläche durchschneiden, mehr oder weniger stark gebrochen erscheinen. Legt man ein Alaunoktaeder mit einer Oktaederfläche auf eine Zeile im Buche, so findet man die Zeile ungestört, sobald man das Auge senkrecht über der parallelen Oktaederfläche hält; dagegen sieht man sie gebrochen, sobald man, wie beim Lesen gewöhnlich, schief auf die Fläche sieht. Ebenso bei allen parallelen Flächen. Dagegen ist die Zeile stets gebrochen, wenn man den Krystall auf eine Oktaederfläche gelegt hat und dann durch eine Würfelfläche oder durch eine nicht parallele Oktaeder- oder sonstige Fläche hineinschaut.

Uebersicht der isometrischen Mineralxlle.

Erste Reihe: Oktaedrisch spaltbare.
Zweite Reihe: Tesseral (nach Würfelflächenrichtungen) spaltbare.
Dritte Reihe: Rhombendodekaedrisch spaltbare.

Erste Reihe.

Oktaedrisch spaltbare isometrische Mineralxlle.

a. Gediegene Elementarstoffe.

1. **Demant.** Vorkommende Xllformen: O; O + W; W; O + RD; RD; O + PO; PO; HO. Spaltbarkeit: sehr vollkommen. Härte = 10. Bruch: muschlig; spröde. Dichtigkeit = 3,5. „Demantglanz“; pellucid. Beim Zerspalten und Zerbrechen mit weißem Lichte momentan leuchtend; ebenso durch gelinde Erwärmung im Dunkeln phosphorisch leuchtend. Dieselbe Erscheinung wird hervorgerufen durch vorherige Bestrahlung mit Sonnenlicht. — Substanz = C. Dieselbe Substanz kommt als Graphit im hexagonalen Systeme vor.

2. **Gediegen Wismuth.** Xllf. O; O + RD; RD; $^{O}/_{2}$. Spltb. vollkommen. — Härte: = 2. Br. uneben; sehr milde. Dichtigkeit = 9,6. Metallglanz; opak; charakteristische Farbe: röthlich silbergrau. — Substanz = Bi.

3. **Gediegen Eisen.** Xllf. * O. Spltb. gering. — H. = 4—5. Br. hackig; dehnbar und geschmeidig. D. = 7,5. Metallglanz; opak; charakteristische Farbe: eisenschwarz. — Substanz = Fe.

b. Sulfide.

4. **Kobaltkies.** Xllf. O; O + W. Spltb. gering parallel O, ebenfalls nach W. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 6,3. Metallglanz; opak. — Subst. = $Co^2 S^3$.

c. Fluoride.

5. **Flußspath.** Xllf. O; O + W; W; O + RD; W + RD; O + W + RD; RD; O + PO; O + PW; O + PW + W; W + PW; O + Tz + W; W + Tz; O + HO; O + HO + W; W + HO. Spltb. sehr vollkommen. — H. = 4. Br. muschlig, ins Unebene; spröde. D. = 3,1. Starker Glasglanz; pellucid. Durch Ritzung mit einem spitzen Instrumente, durch Erwärmung und durch Einwirkung der Elektricität momentan phosphorisch leuchtend (phosphorescirend). — Subst. = Ca Fl.

d. Oxyde.

6. **Arsenige Säure.** Xllf. O. Spltb. unvollkommen. — H. = 2—3. Br. muschlig, spröde. D. = 3,7. Demantartiger Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dddot{A}s$. Die arsenige Säure xllisirt isometrisch, wenn sie aus dem Gaszustande, durch Sublimation, xllisirt. Aus

* Xllf. bedeutet im Folgenden so viel, wie: vorkommende Xllformen. — Spltb. bedeutet Spaltbarkeit. — H. = Härte. — Br. = Bruch. — D. = Dichtigkeit oder specifisches Gewicht. — Subst. = Substanz, durch die chemische Zeichenformel ausgedrückt.

Lösungen dagegen und bei ihrer Entstehung durch Oxydation von Arsenik bei **gewöhnlicher** Temperatur xllisirt sie orthorhombisch (Arsenikblüthe).

7. Rothkupfererz. Xllf. O; O + W; W; O + RD; RD; O + W + RD; W + RD; O + PO; PO; O + Tz; O + Tz + W; O + Tz + W + RD; O + PW + W + RD. Spltb. ziemlich vollkommen. — H. = 3—4. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5,8. Metallähnlicher Demantglanz; fast opak; charakteristische Farbe: kupferroth. — Subst. = $\dot{\bar{Cu}}$. Das Kupferoxydul findet sich mitunter auch im hexagonalen Systeme xllisirt, als Kupferblüthe. Beim Rothkupfererze bemerkt man mitunter eine eigenthümliche Unvollkommenheit der Xlle, indem nämlich die einzelnen Lagen von Massentheilchen nach den Oktaederkanten sich vorherrschender angesammelt haben, als nach den Oktaederflächen. Es erscheinen dadurch die Oktaederflächen mehr oder weniger dreiseitig trichterförmig vertieft, oft mit treppenförmigen Absätzen (Fig. 885). Bei Xllisationen, welche man künstlich veranlaßt, erhält man derartige unvollkommene Formen von manchen Substanzen, besonders wenn man aus sehr gesättigten Lösungen rasche Xllisationen bewirkt, oder wenn man geschmolzene Massen rasch erkalten läßt.

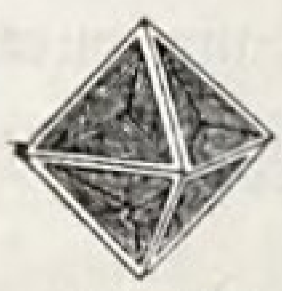


Fig. 885. Ein Rothkupfererzoktaeder mit unvollkommenen Flächen.

e. Doppelsulfide.

8. Buntkupfererz. Xllf. O + W; W; O + RD; RD. Spltb. unvollkommen. — H. = 3. Br. muschlig — uneben; wenig milde. D. = 5. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: dunkel messinggelb, meist stahlblau oder grünlich oder violett („pfauenschweifig") angelaufen. — Subst. = $\dot{\bar{Cu}}^3\,\ddot{\bar{Fe}}^2$.

f. Quadrupelsulfide.

9. Fahlerz. Xllf. $\frac{o}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{o'}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{tz'}{2}$; $\frac{o}{2} + W$; $\frac{o}{2} + \frac{tz}{2}$; $\frac{tz}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{tz}{2} + \frac{po'}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{tz}{2} + \frac{po'}{2} + \frac{o'}{2}$; $\frac{tz}{2} + \frac{po'}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{tz}{2} + W + 2\frac{po'}{2} + \frac{o'}{2}$. Spltb. sehr unvollkommen; mitunter in geringem Grade auch parallel den $\frac{o}{2}$-Flächen, sowie auch bisweilen nach RD-Flächen. — H. = 3—4. Br. vollkommen muschlig; wenig spröde. D. = 5. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: fahleisenschwarz. — Subst. = $\acute{R}^4\,\overset{\prime\prime\prime}{R} + 2\,\acute{\bar{Cu}}^4\,\overset{\prime\prime\prime}{R}$ ($\acute{R}$ bedeutet $\acute{Fe}$, oder $\acute{Zn}$, oder $\acute{Ag}$, oder $\acute{Hg}$; $\overset{\prime\prime\prime}{R}$ bedeutet $\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$, oder $\overset{\prime\prime\prime}{As}$).

g. Doppeloxyde (Sauerstoffsalze).

10. Magneteisenstein. Xllf. O; O + W; W; O + W + RD; O + RD; W + RD; RD; O + Tz; Tz; O + PO; PO. Spltb. ungleich. — H. = 6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5. Metallglanz, opak; charakt. Farbe: eisenschwarz. Der Magneteisenstein wirkt stark auf die Magnetnadel und folgt dem Magnetstabe; die entgegengesetzten Pole der Xllaren zeigen entgegengesetztes (+ und —) magnetisches Verhalten. Subst. = $\dot{Fe} + \ddot{\bar{Fe}}$

11. Chromeisenstein. Xllf. O. Spltb. unvollkommen. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 4,4. Metallglanz; opak. — Subst. meistens = $\dot{Fe}\,\dddot{\bar{Cr}}$; übrigens ($\dot{Fe}$, $\dot{Mg}$) + ($\dddot{\bar{Cr}}$, $\dddot{\bar{Al}}$).

12. Spinell. Xllf. O; O + RD; RD; O + PW; O + RD + PW; O + RD + PW + W; O + RD + PO + PW. Spltb. schwierig. — H. = 8. Br. muschlig; spröde. D. = 3,6. Starker Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Mg}\,\dddot{\bar{Al}}$.

h. Chlorhydrogenide.

13. Salmiak. Xllf. O; W; Tz; RD. Spltb. deutlich. H. = 1—2. Br. muschlig; milde. D. = 1,5. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $(NH^3) + (Cl\,H)$.

i. Doppelsalze.

14. Alaun. Xllf. O; O + W; W; O + W + RD. Spltb. unvollkommen. — H. = 2—3. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 1,7. Glasglanz; pellucid. — Subst. meistens = $\dot{K}\,\dddot{S} + \dddot{\bar{Al}}\,\dddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$; übrigens ($\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Mn}$, NH^3) $\dddot{S}$ + ($\dddot{\bar{Al}}$, $\dddot{\bar{Fe}}$, $\dddot{\bar{Cr}}$) $\dddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$.

15. Helvin. Xllf. $\frac{o}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{o'}{2}$; $\frac{o}{2} + \frac{tz'}{2}$. Spltb. unvollkommen, auch parallel den $\frac{o'}{2}$-Flächen. — H. = 6. Br. uneben; spröde. D. = 3,2. Glasartiger Fettglanz; sehr

schwach pellucid; charakt. Farbe: ölgelb. — Subst. = $\dot{Mn}$, $\dot{Mn}$, $\acute{Fe}$, $\ddot{Be}$, $\ddot{Si}$, $\ddot{Al}$, in noch nicht genau bekannten Verhältnissen.

Zweite Reihe.

Tesseral spaltbare isometrische Mineralxlle.

a. Gediegene Elementarstoffe.

1. Gediegen Gold. Xllf. W; W + O; O; W + Tz; Tz; W + RD; RD; W + O + RD; W + PW; PW. Spltb. sehr gering. Häufig sind Dendriten. — H. = 2—3. Br. hakig; vollkommen dehnbar und geschmeidig. D. = 19. Metallglanz; opak, jedoch in sehr dünnen Blättchen grünes Licht durchlassend; charakteristische Farbe: goldgelb. — Subst. = Au.

2. Gediegen Silber. Xllf. W; W + O; O; W + PW; PW; Tz; Tz + O. Spltb. nicht bemerkbar. Häufig dendritisch. — H. = 2—3. Br. hakig; dehnbar und geschmeidig. D. = 10,5. Metallglanz; opak; charakteristische Farbe: silberweiß. — Subst. = Ag.

3. Gediegen Kupfer. Xllf. W; W + O; O; W + RD; RD; W + O + RD; W + PW; PW; W + PW + RD + O. Spltb. nicht bemerkbar. Häufig dendritisch. — Br. hakig; dehnbar und geschmeidig. D. = 8,5. Metallglanz; opak; charakteristische Farbe: kupferroth. — Subst. = Cu. Das Kupfer bei gewöhnlicher Temperatur xllisirt ist isometrisch; aus dem Schmelzflusse xllisirt es orthorhombisch.

b. Sulfide.

4. Silberglanz. Xllf. W; W + O; O; W + RD; RD; W + O + RD; W + Tz; Tz. Spltb. undeutlich, auch nach den RD-Flächen in ganz geringem Grade. — H. = 2—3. Br. muschlig — uneben; vollkommen geschmeidig. D. = 7. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: schwärzlichgrau. — Subst. = $\acute{Ag}$.

5. Bleiglanz. Xllf. W; W + O; O; W + O + RD; O + RD; Tz; W + Tz + O; W + Tz + O + RD. Spltb. ausgezeichnet vollkommen. — H. = 2—3. Br. muschlig, selten zu beobachten, wegen der vorherrschenden Spaltbarkeit; milde. D. = 7,5. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: bleigrau. — Subst. = $\acute{Pb}$.

6. Kobaltglanz. Xllf. $\frac{pw}{2}$; $\frac{pw}{2}$ + W; W; $\frac{pw}{2}$ + O; O; $\frac{pw}{2}$ + W + O; W + O. Spltb. vollkommen. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 6,2. Metallglanz. opak; charakt. Farbe: röthlich silbergrau. — Subst: = $\acute{\acute{Co}}$ (häufig Co S^2 + Co As^2.

7. Nickelglanz. Xllf. W; W + O; W + O + $\frac{pw}{2}$. Spltb. deutlich. — H. = 5—6. Br. uneben; spröde. D. = 6,8. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: licht bleigrau. — Subst. = $\ddot{Ni}$ (häufig Ni S^2 + Ni As^2).

8. Eisenkies (Schwefelkies. Xllf. $\frac{pw}{2}$; $\frac{pw}{2}$ + W; W; $\frac{pw}{2}$ + O; $\frac{pw}{2}$ + O + W; $\frac{pw}{2}$ + O; O; O + W; $\frac{pw}{2}$ + PO; $\frac{pw}{2}$ + Tz; $\frac{pw}{2}$ + Tz + W; PO; $\frac{pw}{2}$ + Tz + O; $\frac{pw}{2}$ + Tz; + O + W; Tz + O + W. Spltb. nicht sehr vollkommen; ebenfalls parallel den O-Flächen. Die Würfelflächen sind häufig jede in verschiedener Richtung gereift (Fig. 886), nämlich parallel den Kanten, welche die Pentagonaldodekaederflächen mit den Würfelflächen bilden würden, wenn sie vorhanden wären; es sind diese Reifen in der That als zahlreiche derartige Kanten zu betrachten, von Pentagonaldodekaederflächen, welche sich bilden wollten, die jedoch unter den uns unbekannten Einflüssen, welche gebieterisch die Würfelform forderten, immer wieder von den Würfelflächen verdrängt wurden. — H. = 6—7. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: speißgelb. — Subst. = $\acute{\acute{Fe}}$. Dasselbe Schwefeleisen findet sich orthorhombisch xllisirt als Strahlkies.

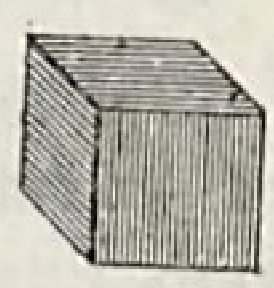


Fig. 886. Ein Würfel mit Reifen auf den Flächen, parallel den Kanten, welche die W-Flächen mit den $\frac{pw}{2}$-Flächen bilden würden.

9. Manganglanz. Xllf. W + O. Spltb. deutlich. — Br. uneben — unvollkommen muschlig; wenig spröde. D. = 4. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: eisenschwarz. — Subst. = $\acute{Mn}$.

c. Arsenide.

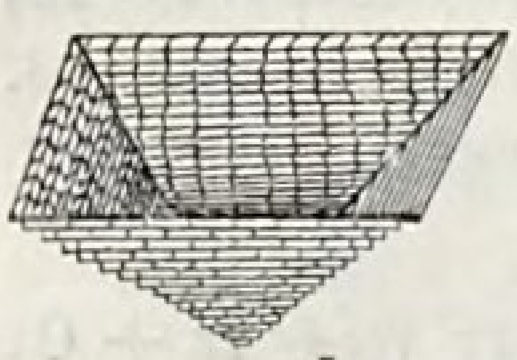
10. Speiskobalt. Xllf. W; W + O; O; W + RD; W + O + RD. Spltb. höchst vollkommen, in geringem Grade auch nach den O- und den RD-Flächen. — H. = 5—6. Br. uneben; spröde. D. = 6,5. Metallglanz; opak; charakt. Farbe: zinnweiß. — Subst. = $Co\ As^2$.

11. Arsenikkobaltkies. Xllf. W + O + RD; W + Tz; W + Tz + RD; Tz. O + Tz + RD. Spltb. deutlich. — H. = 5—6. Br. muschlig; spröde. D. = 6,7. Starker Metallglanz; opak. — Subst. = $Co\ As^3$.

d. Chloride.

12. Silberhornerz. Xllf. W; W + O; O; W + RD; RD. Spltb. sehr gering. — H. = 1—2. Br. flachmuschlig; geschmeidig, biegsam. D. = 5,5. Fettglanz, häufig demantartig; sehr schwach pellucid. — Subst. = $Ag\ Cl$.

13. Steinsalz (Kochsalz). Xllf. W; W + O; W + RD; RD; W + PW. Spltb. sehr vollkommen. Bei der Xllisation durch Verdampfung einer wässerigen Lösung bilden sich sehr eigenthümliche Xllgruppen. Sobald nämlich ein kleiner Würfel an der Oberfläche des Wassers, wo die Verdunstung stattfindet, entstanden ist, so sinkt derselbe, seiner größeren Dichtigkeit wegen, unter. Allein sogleich setzen sich um seine obere Kante zahlreiche neue Würfel, welche ihn mit einem hervorragenden Rande umgeben; die ganze Gruppe sinkt sogleich wieder; aber an den Rand der ersten Gruppe fügt sich sogleich ein größerer, aus viel zahlreicheren Würfeln bestehender. Indem sich diese Gruppirung in derselben Weise eine Zeit lang fortsetzt, bis daß ein Zufall den entstandenen quadratisch hohlpyramidenförmigen Nachen umwirft und zu Grunde sinken läßt, so entstehen jene Gruppen (Fig. 887), welche das aus Salzlösungen, sogenannten Salzsoolen, gewonnene Kochsalz so häufig zeigt, von welchen sich aber auch im Erdboden mitunter deutliche Spuren vorfinden, welche ebenfalls durch Verdunstung von Salzsoolen entstanden zu sein scheinen. — H. = 2. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 2,2. Fettglanzartiger Glasglanz; pellucid. Nach Bestrahlung mit dem Sonnenlichte (Insolation) vorübergehend im Dunkeln leuchtend. — Subst. = NCl. Das Chlornatrium, wenn es aus dem Schmelzflusse erstarrt, zeigt Spuren orthorhombischer Xllisation, welche jedoch rasch durch zahlreiche, den Würfelflächen parallele Risse und Sprünge unerkennbar werden.



a

Fig. 887. Eine quadratisch hohlpyramidenförmige Gruppe von Steinsalzwürfeln.

e. Doppelsalze.

14. Leucit. Xllf. Tz. Da der Leucit noch nie eine andere Xllform als das Trapezoeder gezeigt hat, so nennt man diese Form deßhalb auch wohl die Leucitform oder das Leucitoeder. Spltb. höchst unvollkommen. — H. = 5—6. Br. muschlig; spröde. D. = 2,4. Glasglanz, bisweilen fettglanzartig; pellucid. — Subst. = $\dot{K}^3\ \dddot{Si}^2 + 3\ \dddot{Al}\ \dddot{Si}^2$.

15. Analcim. Xllf. W; W + Tz; Tz. Spltb. unvollkommen. — H. = 5—6. Br. uneben — unvollkommen muschlig; spröde. D. = 2,2. Glasartiger Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Na}^3\ \dddot{Si}^2 + 3\ \dddot{Al}\ \dddot{Si}^2 + 6\ \dot{H}$·

16. Würfelerz. Xllf. W; W + O; W + $\frac{o}{2}$; W + RD; W + O + RD; W + Tz + O; W + PO + O; W + $\frac{tz}{2}$ + $\frac{o}{2}$. Spltb. unvollkommen. — H. = 2—3. Br. uneben — muschlig; wenig spröde. D. = 3. Glasglanz mitunter demantartig; sehr schwach pellucid. — Subst. = $\dot{Fe}^3\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + \ddot{Fe}^3\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}^2 + 18\ \dot{H}$·

Dritte Reihe.

Rhombendodekaedrisch spaltbare isometrische Mineralxlle.

a. Gediegene Amalgame.

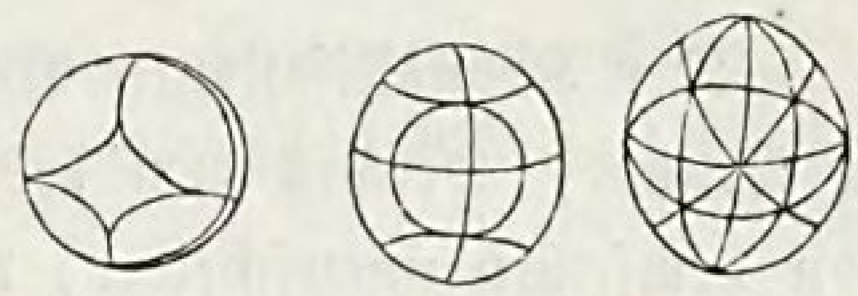
1. Silberamalgam. Xllf. RD; RD + O; RD + W; RD + Tz; RD + W + Tz; RD + HO + Tz + PW + W + O. Spltb. gering. — H. = 3. Br. muschlig — uneben; wenig spröde. D. = 13,8. Metallglanz; opak; char. Farbe: silberweiß. — Subst. = $Ag\ Hg^3$.

b. Sulfide.

2. Zinkblende. Xllf. RD; RD + O; O; RD + $\frac{o}{2}$; RD + $\frac{o}{2}$ + $\frac{o'}{2}$; O + W; O + $\frac{po}{2}$ + $\frac{po}{2}$; O + $\frac{po}{2}$ + $\frac{o}{2}$; $\frac{po}{2}$ + $\frac{o}{2}$; W; RD + $\frac{pw}{2}$ + $\frac{o}{2}$; RD + $\frac{pw}{2}$ + O; $\frac{pw}{2}$ + O; RD + $\frac{pw}{2}$ + $\frac{o}{2}$ + $\frac{tz}{2}$; $\frac{pw}{2}$ + $\frac{o}{2}$ + $\frac{tz}{2}$; $\frac{pw}{2}$ + $\frac{o}{2}$ + $\frac{tz'}{2}$ + $\frac{o'}{2}$. Spltb. sehr vollkommen. — H. = 4. Br. muschlig; spröde. D. = 4. Demantglanz; opak oder pellucid. Durch Ritzen mit einem spitzen Instrumente momentan phosphorisch leuchtend. — Subst. = $\acute{Z}n$.

c. Doppelsalze.

3. Granat. Xllf. RD; RD + Tz; Tz; RD + HO; RD + HO + Tz. Spltb. unvollkommen. Die Tz-Flächen sind parallel den RD-Kanten gereift. Es scheint, daß eine Hinneigung zur Darstellung gewisser Flächen, welche sich in diesen Reifungen äußert, auch als die Ursache der bei diesen Xllen und fast noch ausgezeichneter bei dem Demant häufig bemerkbaren Krümmungen der Flächen anzusehen ist, durch welche die Rhombendodekaeder, welche man wegen ihres Vorherrschens bei den Granaten auch wohl Granatformen oder Granatoeder nennt, sowie die Trapezoeder und Hexakisoktaeder mitunter fast kugelförmig erscheinen (Fig. 888). — H. = 7. Br. muschlig — uneben — splitterig; spröde. D. = 3,5—4,2. Fettartiger Glasglanz; pellucid, oft äußerst schwach. — Subst. = $\dot{R}^3 \ddot{Si} + \ddot{\bar{R}} \ddot{Si}$ ($\dot{R}$ bedeutet $\dot{C}a$, oder $\dot{M}g$, oder $\dot{F}e$, oder $\dot{M}n$; $\ddot{\bar{R}}$ bedeutet $\ddot{\bar{A}l}$, oder $\ddot{\bar{F}e}$, oder $\ddot{\bar{C}r}$). Man hat hienach, wie beim Alaun, eine große Zahl verschiedener Granate zu unterscheiden: Thonkalkerdegranat = Grossular; Thontalkerdegranat; Thonerdeeisenoxydulgranat = Almandin, Pyrop; Thonerdemanganoxydulgranat; Eisenoxydkalkerdegranat = Melanit; Chromoxydkalkerdegranat = Uwarowit u. s. w. Die nämliche Substanz bildet quadratisch xllisirt den Idokras.


Fig. 888. Kugelähnliche Xllformen.

4. Sodalith. Xllf. RD; RD + W; RD + W + Tz. Spltb. vollkommen — H. = 6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 2,4. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{N}a^3 \ddot{Si}^2 + 2 \ddot{\bar{A}l} \ddot{Si}$.

5. Hauyn. Xllf. RD; RD + Tz; RD + W; RD + O; RD + Tz + O. Spaltb. deutlich. — H. = 6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 2,3. Glasglanz; pellucid. Subst. = $\ddot{Si}$, $\ddot{\bar{A}l}$, $\ddot{\bar{F}e}$, $\dot{C}a$, $\dot{K}$, $\dddot{S}$, in noch nicht genau bekanntem Verhältnisse.

6. Lasurstein. Xllf. RD. Spaltbarkeit unvollkommen. — H. = 5—6. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,7. Schwacher Glasglanz; pellucid; charakterist. Farbe: lasurblau. — Subst. sehr ähnlich der des Hauyn und noch nicht genau bekannt.

Anhang: Künstliche Xlle des isometrischen Systemes.

Folgende Krystalle des isometrischen Systemes hat man bislang noch nie im Erdboden angetroffen, sondern nur im chemischen Laboratorium erhalten.

a. Elementarstoffe. Phosphor, Titan, Quecksilber, Uran, Zinn, Blei, Cadmium, Zink. Der Phosphor ist außer seinem xllinischen Zustande, in welchem er erbsengelb ist, auch in amorphem Zustande bekannt, und erscheint in diesem schwarz.

b. Chloride: Chlorkalium, dem Steinsalze isomorph.

c. Bromide: Bromkalium } ebenfalls dem Steinsalze isomorph.
d. Jodide: Jodkalium }

e. Oxyde: Antimonoxyd ($\dddot{\bar{S}b}$) xllisirt durch Sublimation in Oktaedern, wie die arsenige Säure (Seite 1097), welche als Mineral wahrscheinlich ebenfalls nie isometrisch vorkommt, und daher auch hieher gehören würde; als Mineral ist die „Antimonblüthe" orthorhombisch, wie die „Arsenikblüthe".

f. Sauerstoffsalze: Salpetersaures Bleioxyd; salpetersaurer Strontian, salpetersaurer Baryt.

g. Doppelsalze: Der Chromalaun und der Manganalaun sind noch nicht anders als „künstlich" aufgefunden worden. Alle künstlichen Xlle besitzen entweder nur die Flächen einer einzigen Form, oder doch nur sehr wenig verwickelte Combinationen. Es scheint dieses mit der Einfachheit der Verhältnisse zusammen zu hangen, unter welchen wir im chemischen Laboratorium die Xllisationen vor sich gehen lassen, während dagegen offenbar die Mannigfaltigkeit der Einwirkungen in dem so mannigfach gemengten Erdboden oder Meeresschlamme sehr groß sein muß.

II. Das Quadratische System.

Den Krystallisationen des quadratischen Systemes liegt ein Axenverhältniß zu Grunde, welches dem des isometrischen Systemes ähnlich ist, sich aber dadurch von demselben unterscheidet, daß von den dreien sich rechtwinklig in den drei Richtungen des Raumes kreuzenden Axen nur zwei unter einander gleichartig sind, während die dritte ungleichartig ist. Diese Ungleichartigkeit der dritten Axe, welche letztere man bei der krystallologischen Betrachtung die Hauptaxe nennt und senkrecht gestellt denkt, äußert sich nicht allein dadurch, daß dieselbe bald länger, bald kürzer erscheint, als die beiden horizontalen „Nebenaxen", sondern selbst in dem Falle, wo sie diesen an Länge gleich ist, erleidet sie Veränderungen, an welchen jene nicht theilnehmen und welche diese Axe daher als eine ungleichartige charakterisiren. Denkt man sich die Endpunkte des beschriebenen Axenkreuzes durch Flächen verbunden, so bekommt man einen achtflächigen bipyramidalen (d. h. eine obere und eine untere, hier vierflächige, Pyramide darstellenden) Körper, wecher sich von dem isometrischen Oktaeder nur durch die abweichende Länge der Hauptaxe unterscheidet. Der horizontale Durchschnitt dieses Oktaeders ist ein Quadrat und die je vier Flächen des oberen und unteren Gipfels sind nicht gleichseitige, sondern bald stumpf-, bald spitzwinklige gleichschenklige Dreiecke. Danach unterscheidet man stumpfe Quadratoktaeder (Fig. 889), bei welchen die Hauptaxe kürzer ist als die Nebenaxen, und spitze Quadratoktaeder (Fig. 890), bei welchen die Hauptaxe länger ist als die Nebenaxen. Solcher Quadratoktaeder (QO) sind unendlich viele stumpfere und spitzere denkbar; jedoch können nach dem Gesetze der Axenverhältnisse (S. 1088) nur solche bei einer und derselben Mineralsubstanz vorkommen, deren Hauptaxen durch Multiplikation mit einer ganzen Zahl oder Bruchzahl aus einander ableitbar sind.

Fig. 889.

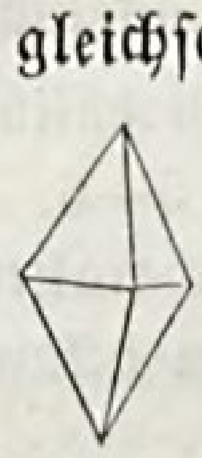


Fig. 890.

Fig. 889. Ein stumpfes Quadratoktaeder. QO.

Fig. 890. Ein spitzes Quadratoktaeder. QO.

Solche Quadratoktaeder, welche man zu einer „Krystallreihe" rechnet, sind combinationsfähig, d. h. ihre Flächen können gemeinsam an einem Krystalle vorkommen. Es erscheinen dann immer die Flächen der stumpferen Quadratoktaeder als Zuspitzungen der beiden durch die Hauptaxe verbundenen Gipfel der spitzeren (Fig. 891), und umgekehrt die Flächen der spitzeren Quadratoktaeder erscheinen als Zuschärfungen der vier horizontalen Kanten, der sogenannten Randkanten, der minder spitzen Quadratoktaeder (Fig. 892).

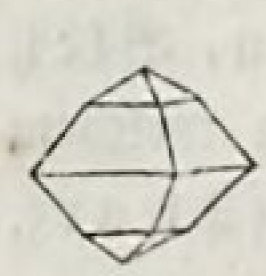


Fig. 891.



Fig. 892.

Fig. 891. Ein spitzes Quadratoktaeder zugespitzt durch die Flächen eines stumpfen Quadratoktaeders. QO + QO.

Fig. 892. Ein spitzes Quadratoktaeder an den Randkanten zugeschärft durch die Flächen eines spitzeren Quadratoktaeders. QO + QO.

Die Veränderungen, welche an den Quadratoktaedern vorgehen können, ohne das **Gesetz der Symmetrie** zu verletzen, betreffen entweder die Gipfelkanten für sich, oder die Randkanten für sich, oder die Gipfelecken allein, oder die Randecken allein, nie beiderlei Theile gleichartig, denn es ist keine Gleichartigkeit zwischen Gipfelkanten und Randkanten, noch zwischen Gipfelecken und Randecken.

Außer den stumpferen und spitzeren Quadratoktaedern, welche zu einander in obigen Beziehungen stehen, können im quadratischen Systeme die Flächen anderer Quadratoktaeder (QO′) vorkommen, welche eine solche Lage in Bezug auf jene Quadratoktaeder einnehmen, daß ihre Randkanten parallel sind den Diagonalen des quadratischen Horizontaldurchschnittes jener. Diese erscheinen theils als **Abstumpfungen** der Pyramiden- oder sogenannten **Gipfelkanten** jener ersten Quadratoktaeder (Fig. 893 und 894), theils als **Zuspitzung** ihrer Gipfel von den Kanten aus (Fig. 895), theils als Zuschärfungen der **Randecken** von den

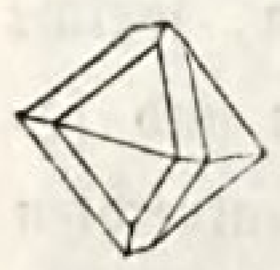


Fig. 893.

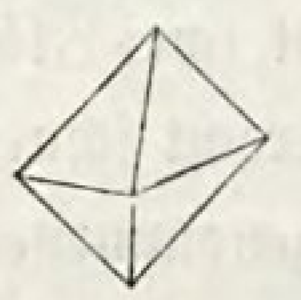


Fig. 894.

Fig. 893. Ein Quadratoktaeder mit abgestumpften Gipfelkanten. Die Abstumpfungsflächen führen zu einem Quadratoktaeder in »diagonaler« Stellung.
QO + QO′.

Fig. 894. Ein diagonales Quadratoktaeder, entstanden durch Vergrößerung der Flächen, welche die Gipfelkanten eines Quadratoktaeders abstumpfen.
QO′.

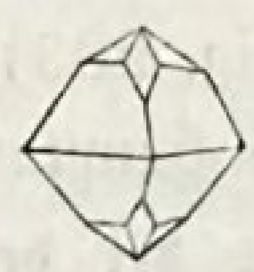


Fig. 895.

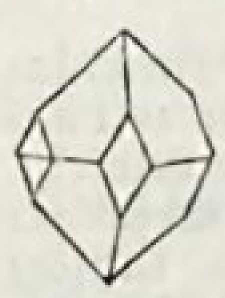


Fig. 896.

Fig. 895. Ein Quadratoktaeder, dessen Gipfel von den Gipfelkanten aus zugespitzt sind. Die Zuspitzungsflächen führen zu einem stumpferen diagonalen Quadratoktaeder.
QO + QO′.

Fig. 896. Ein Quadratoktaeder an den Randecken von den Gipfelkanten aus zugeschärft. Die Zuschärfungsflächen führen zu einem (hier spitzeren) diagonalen Quadratoktaeder.
QO + QO′.

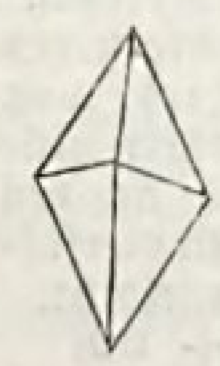


Fig. 897.
Ein spitzes Quadratoktaeder, wie es aus der Vergrößerung derjenigen Flächen hervorgeht, welche die Randecken eines anderen Quadratoktaeders von den Gipfelkanten aus zuschärfen.
QO′.

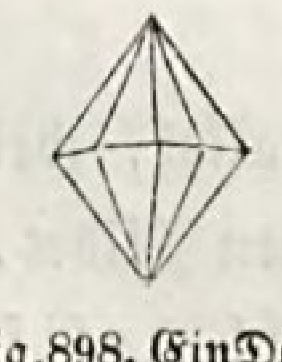


Fig. 898. Ein Doppelquadratoktaeder. QO + QO′.

Gipfelkanten aus (Fig. 896). In letzterem Falle können entweder spitzere diagonale Quadratoktaeder (Fig. 897) entstehen, oder es können die Zuschärfungsflächen eine Neigung haben, welche derjenigen der Flächen des ursprünglichen „**primären**" Quadratoktaeders ähnlich ist, wodurch dann die Entstehung eines **Doppelquadratoktaeders** (Fig. 898) ermöglicht wird, dessen Horizontaldurchschnitt ein **gleichwinkliges**, aber **abwechselnd ungleichseitiges** Oktogon (Achteck) ist. **Gleichseitig** kann das entstehende Oktogon **nie** sein, denn es würden sonst die Diagonalen des quadratischen Horizontaldurchschnittes des primären Quadratoktaeders durch die Zuschärfung der Randecken gleich werden müssen den Linien, welche die Mittelpunkte der gegenüberliegenden Randkanten desselben Quadratoktaeders verbinden, oder mit andern Worten, es müssen die Diagonalen durch die Veränderung gleich werden den Seiten des Quadrates, was nach dem Gesetze der Symmetrie unmöglich ist. Daher erkennt man immer aus der Ungleichartigkeit der Flächen die Entstehung eines solchen Doppeloktaeders aus der Combination zweier Quadratoktaeder, eines primären (QO) und eines diagonalen (QO′). — Die **Zuschärfung der Gipfelkanten** (Fig. 899) führt zur Entstehung eines **Dioktaeders** (DO), d. h. Zweimalachtflächners, dessen Horizontaldurchschnitt ein **gleichseitiges**, aber **abwechselnd ungleichwinkliges** Achteck darstellt. Gleichwinklig kann das Achteck nie werden, weil sonst wiederum die Diagonale des Horizontaldurchschnittes des

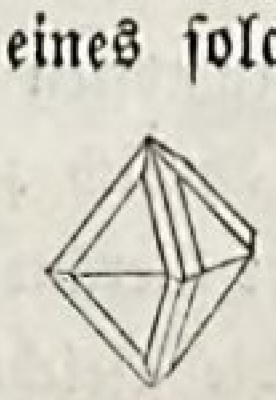


Fig. 899. Ein Quadratoktaeder mit zugeschärften Gipfelkanten. Die Zuschärfungsflächen führen zur Ableitung eines Dioktaeders.
QO + DO.

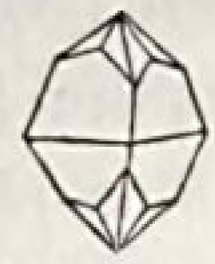


Fig. 900. Ein Quadratoktaeder mit zweiflächig von den Flächen aus zugespitzten Gipfeln. Die Zuspitzungsflächen führen zu einem stumpferen Dioktaeder. QO + DO.

primären Quadratoktaeders durch die Verlängerung den Seiten desselben gleich werden müßte, was eben nicht zulässig ist. Es sind natürlich Dioktaeder mit stumpferen und mit minder stumpfen Zuschärfungskanten möglich. Ebenso aber auch Dioktaeder mit stumpferen und spitzeren Gipfeln. Die Flächen eines stumpferen Dioktaeders erscheinen als achtflächige Zuspitzung der Gipfel des primären Quadratoktaeders, je zweiflächig von den primären Flächen aus (Fig. 900); die Flächen eines spitzeren Dioktaeders dagegen, wie (Fig. 901), bilden eine vierflächige Zuspitzung der Randecken des primären Quadratoktaeders von den primären Flächen aus (Fig. 902).



Fig. 901. Ein spitzes Dioktaeder DO.

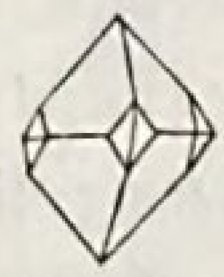


Fig. 902. Ein Quadratoktaeder durch die Flächen eines spitzeren Dioktaeders von den primären Flächen aus an den Randecken vierflächig zugespitzt. QO + DO.

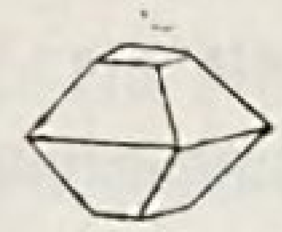


Fig. 903. Ein Quadratoktaeder mit abgestumpften Gipfeln. Die Abstumpfungsflächen sind basische Flächen. QO + b.

Die Abstumpfung der Gipfel (Fig. 903) ergibt zwei Flächen, welche die Hauptaxe senkrecht schneiden und somit bei der angenommenen senkrechten Stellung dieser Axe horizontal liegen. Sie sind dem Horizontaldurchschnitte parallel, welcher gleichsam die Basis (Grundfläche) der beiden quadratischen Pyramiden bildet, aus denen das Quadratoktaeder besteht. Man nennt sie daher auch wohl basische Flächen (b). Nicht selten ist durch diese Flächen die Abstumpfung der Pyramidengipfel so stark, daß die Quadratoktaederflächen fast ganz verschwunden sind. Solche Xlle heißen quadratische Tafeln.

Die Abstumpfung der Randkanten (Fig. 904) der Quadratoktaeder ruft rektanguläre Flächen hervor, welche Säulen oder Prismen von quadratischem Querschnitte (QP) darstellen, deren Kanten der Hauptaxe des Quadratoktaeders parallel stehen (Fig. 905). Verbinden sich mit den Flächen des quadratischen Prismas

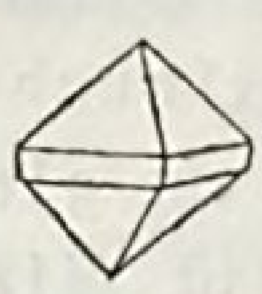


Fig. 904.

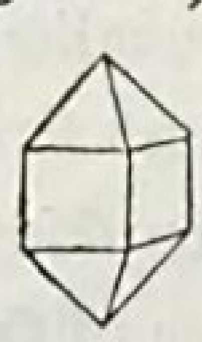


Fig. 905.

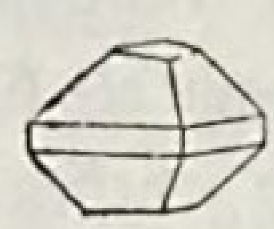


Fig. 906.

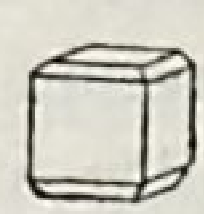


Fig. 907.

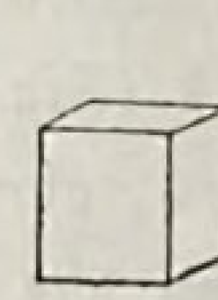


Fig. 904. Ein Quadratoktaeder mit abgestumpften Randkanten. Die Abstumpfungsflächen führen zu einem quadratischen Prisma. QO + QP.

Fig. 905. Ein Quadratoktaeder mit den Flächen des quadratischen Prisma's. QO + QP.

Fig. 906. Ein Quadratoktaeder mit den Flächen des quadratischen Prismas und den basischen Flächen. QO + QP + b.

Fig. 907. Ein Quadratoktaeder mit den Flächen des quadratischen Prisma's und den basischen Flächen. QO + QP + b.

Fig. 908. Ein quadratisches Prisma mit den basischen Flächen. QP + b.

die basischen Flächen (Fig. 906 und 907), so führt diese Combination zu horizontal abgestumpften quadratischen Prismen (Fig. 908), welche mitunter einem Würfel sehr ähnlich sein können, sich jedoch von diesem sogleich unterscheiden, wenn irgend welche Veränderungsflächen erscheinen, indem nicht alle Kanten oder Ecken, sondern nur die gleichartigen durch die Veränderungen gleichartig betroffen sind.

Die Abstumpfung der Randecken der Quadratoktaeder (Fig. 909 u. 910) führt ebenfalls zur Darstellung eines quadratischen Prismas (QP′), welches sich aber in Beziehung auf das so eben betrachtete „normale" in diagonaler Stellung befindet. Auch dieses Prisma ist oft mit der basischen Fläche und

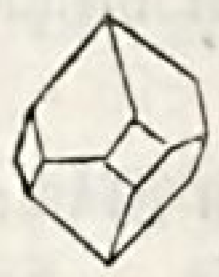
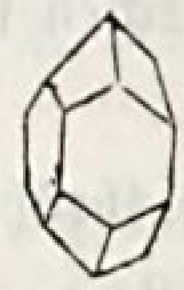



Fig. 909. Fig. 910.

Fig. 909. Ein Quadratoktaeder mit abgestumpften Randecken. Die Abstumpfungsflächen gehören einem diagonalen quadratischen Prisma an.
QO + QP'.

Fig. 910. Ein Quadratoktaeder mit den Flächen des diagonalen quadratischen Prismas.
QO + QP'.

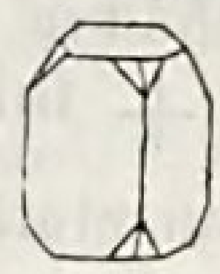



Fig. 911. Fig. 912.

Fig. 911. Ein Quadratoktaeder mit abgestumpften Gipfel- und Randecken. QO + QP' + b.

Fig. 912. Ein Dioktaeder mit abgestumpften Gipfeln und Quadratoktaederrandecken.
DO + QP' + b.

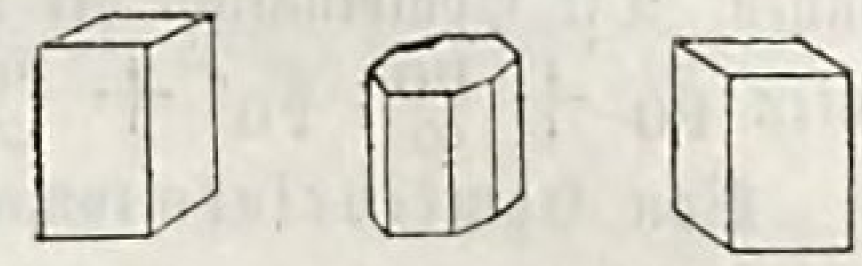
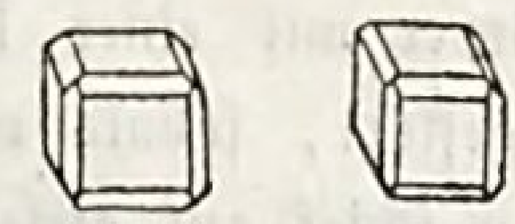


Fig. 913. Das normale quadratische Prisma mit den Flächen des diagonalen quadratischen Prismas, welche seine Seitenkanten abstumpfen, und den basischen Flächen — einzeln und in Combination.
QP + b. — QP + QP' + b. — QP' + b.

außerdem mit dem Quadratoktaeder oder dem Dioktaeder combinirt (Fig. 911 und 912). Beide quadratischen Prismen nebst der basischen Fläche in einer Combination ergeben ein doppelquadratisches Prisma mit horizontalen Endflächen (Fig. 913), welche, wie der Horizontaldurchschnitt des Prismas, eine gleichwinklig aber ungleichseitig octogonale Gestalt haben. Die Combination des doppelquadratischen Prismas mit den Quadratoktaederflächen und den basischen Flächen kann mitunter (Fig. 914) zufällig große Aehnlichkeit besitzen mit dem Würfel, dessen Kanten durch die Rhombendodekaederflächen abgestumpft sind. Es bedarf indessen in einem solchen Falle nur einer genauen Winkelmessung, um darzuthun, daß hier die Quadratoktaederflächen gegen die basischen Flächen eine andere Neigung haben, als gegen die Flächen des normalen quadratischen Prismas. —



a b

Fig. 914. a Ein doppelquadratisches Prisma mit den Flächen des Quadratoktaeders und den basischen Flächen.
QO + QP + QP' + b.
b. Ein Würfel mit abgestumpften Kanten.
W + RD.

Die Zuschärfung der Randecken des Quadratoktaeders von den Randkanten aus (Fig. 915) ergibt Flächen, welche ebenfalls ein octogonales Prisma (OP) bilden, wenn sie sich mit einander verbinden, jedoch ein solches, welches ungleichwinklig, aber gleichseitig ist.

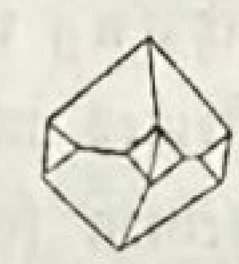


Fig. 915. Ein Quadratoktaeder, dessen Randecken von den Randkanten aus zugeschärft sind. Die Zuschärfungsflächen führen zur Bildung eines octogonalen Prismas.
QO + OP.

Denkt man sich eine Doppelpyramide sehr spitz, so muß dadurch der Winkel der Randkanten sehr stumpf werden. Man kann sich vorstellen, daß diese Stumpfheit so weit gehe, daß die Randkanten dem Auge kaum noch bemerkbar erscheinen, so daß die unteren Pyramidenflächen somit von den oberen kaum mehr unterscheidbar sind. Eine solche Doppelpyramide würde freilich außerordentlich spitz sein müssen. Ja, denkt man sich die Hauptaxe unendlich lang, so würde der Winkel der Randkanten 180° betragen, d. h. die beiden Schenkel des Winkels würden eine gerade Linie bilden, und somit würden die oberen Pyramidenflächen wirklich mit den unteren in eine gemeinsame Ebene fallen. Daher dürfte man die Flächen der Prismen betrachten als Flächen von unendlich spitzen Pyramiden, und man könnte sie demnach bezeichnen $\overset{\infty}{QO}$, $\overset{\infty}{QO'}$, $\overset{\infty}{DO}$ anstatt QP, QP', OP. Ebenso leuchtet es ein, daß die Pyramidengipfel um so stumpfer werden müssen, je länger die Nebenaxen sind im Vergleich zur Hauptaxe. Denkt man sich die Nebenaxen unendlich lang, so müssen die Gipfel so stumpf sein, daß die Gipfelkantenwinkel 180° betragen und somit müssen dann alle Gipfelflächen in eine gemeinsame Ebene fallen. Es entstehen so die basischen Flächen, welche man demnach als unendlich stumpfe Doppelpyramiden betrachten und demnach mit $\underset{\infty}{QO}$ bezeichnen kann, anstatt mit b. Diese Erklärung zeigt, wie die Prismen mit den Pyramiden unter einen Gesichtspunkt gezogen werden

können. Die Combination der Prismenflächen mit den basischen Flächen würde hienach lauten $\frac{\infty}{PO} + \frac{PO}{\infty}$; $\frac{\infty}{PO'} + \frac{PO'}{\infty}$; $\frac{\infty}{DO} + \frac{DO}{\infty}$. —

Von Hemiedrieen kommen im quadratischen Systeme die halbzähligen Flächen des Quadratoktaeders vor: die quadratischen Tetraeder ($\frac{qo}{2}$ und $\frac{qo}{2}$), welche jedoch gewöhnlich die vier anderen Flächen des Quadratoktaeders als Abstumpfungsflächen der Ecken zeigen. — Außerdem erscheinen bisweilen die Flächen des Dioktaeders in der Weise hemiedrisch ($\frac{do}{2}$), daß von den vier Dioktaederflächen, welche als Zuspitzung einer jeden Randecke auftreten sollten, nur die eine seitliche Hälfte ausgebildet ist.

Die Mineralsubstanzen, welche im quadratischen Systeme xllisiren, gestatten nur in einer einzigen Richtung den ungebrochenen Durchgang senkrecht auf parallele Flächen fallender Lichtstrahlen. Diese Richtung, welche die optische Axe genannt wird, ist eben die der Hauptaxe. Wenn man daher einen quadratisch xllisirten Körper mit einer b=Fläche auf eine Zeile im Buche legt, so sieht man die Zeile ungestört, sobald man das Auge senkrecht über der andern b=Fläche hält. Sieht man schief auf dieselbe Fläche, so erscheint nicht allein die Zeile gebrochen, sondern man sieht die Buchstaben derselben doppelt. In einer jeden, nicht der Hauptaxe parallelen Richtung wird nämlich der durchfallende Lichtstrahl getheilt und jeder Theil desselben in verschiedenem Grade gebrochen, so daß man den Gegenstand, von welchem der Lichtstrahl ausgeht, doppelt zu sehen glaubt, wobei man freilich jedes einzelne Bild desselben minder deutlich sieht. Diese doppelte Strahlenbrechung unterscheidet die Quadratoktaeder und alle anderen Xlle des quadratischen Systemes mit Sicherheit von den isometrischen, wenn sie diesen auch noch so ähnlich erscheinen sollten. — Ein anderer Umstand, durch welchen sich die Ungleichartigkeit der Flächen gerade solcher Xllformen, welche Verwechselungen mit dem isometrischen Systeme gestatten könnten, oft sehr deutlich ausspricht, ist die Verschiedenheit des Glanzes z. B. auf den gegen die Hauptaxe senkrecht liegenden b=Flächen und den mit dieser Axe parallelen Prismenflächen. — Endlich äußert sich die Ungleichartigkeit der Hauptaxe gegenüber den beiden Nebenaxen auch dadurch, daß in Folge von Temperaturerhöhung die erstere sich stärker ausdehnt, als die letzteren, ein Verhältniß, welches bei allen ungleichartigen Xllaxen auch der folgenden Systeme beobachtet wird. —

Uebersicht der quadratischen Mineralxlle.

Erste Reihe: Basisch und prismatisch spaltbare.

Zweite Reihe: Quadratoktaedrisch spaltbare.

Erste Reihe.

Basisch und prismatisch spaltbare quadratische Mineralxlle.

a. Telluride.

1. **Blättertellur.** Xllf. QP + b; QP + QP′ + b; QP + QO + b; QP + QO + QO′ + b; QO + QO′ + b. Spltb. parallel den b=Flächen sehr vollkommen. — H. = 1—2. Br. der Spaltbarkeit wegen nicht zu beobachten; milde; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 7,1. Metallglanz; opak; char. Farbe: schwärzlich bleigrau. — Subst. Pb Te.

b. Chloride.

2. **Quecksilberhornerz.** Xllf. QP + QO′; QO′; QP + QO′ + QP′; QP + QO.

Spltb. nur äußerst gering, parallel den QP-Flächen. — H. = 1—2. Br. muschlig — uneben; milde. D. = 6,4. Demantglanz; pellucid; char. Farbe: greis. — Subst. = $Hg^2 Cl$.

c. Oxyde.

3. Rutil. Xllf. QP + b; QP + QO′; QP + QO′ + QP′; QP + QO; QP + QO + QP′ QP + QO + QO′ + QP′; QP + QO + OP; QO + OP. Letztere Form bildet mitunter sehr auffallende Gruppirungen, indem zwei Individuen nach den QO-Flächen so zusammengesetzt sind, daß die Hauptaxen fast einen rechten Winkel mit einander machen (knieförmige Zwillinge), oder das eine Individuum an beiden Gipfeln je ein knieförmig angewachsenes Individuum trägt (doppelt knieförmige Drillinge). Die QP-Flächen sind meistens parallel den Kanten, welche sie mit den OP-Flächen bilden würden, gereift. Spltb. nach den QP- und QP′-Flächen. — H. = 6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 4,3. Metallähnlicher Demantglanz; fast opak. — Subst. = $\ddot{Ti}$. Die Titansäure kommt in einer quadratischen, aber mit den Formen des Rutils nicht combinirbaren Xllreihe als Anatas, dann aber auch orthorhombisch als Brookit vor (Trimorphismus).

4. Zinnstein. Xllf. QO + QP (Fig. 916); QO + QP′ (Fig. 917); QO + QP + QP′; QP + b; QO + QP + QP′ + b; QO + DO + QP (Fig. 918 u. 919); QO + QO

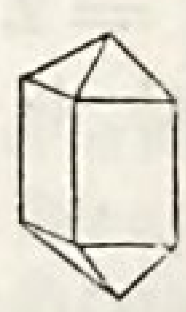


Fig. 916.

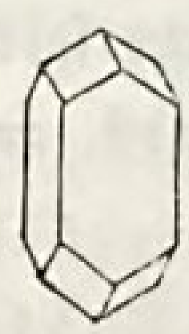


Fig. 917.

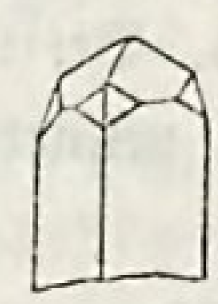


Fig. 918.

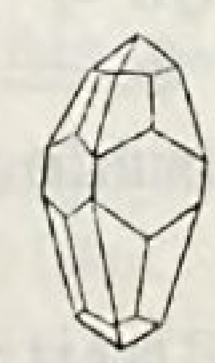


Fig. 919.

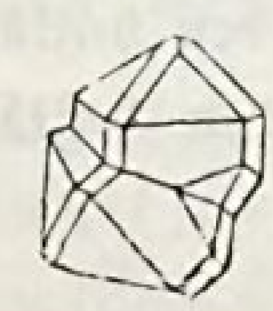


Fig. 920.

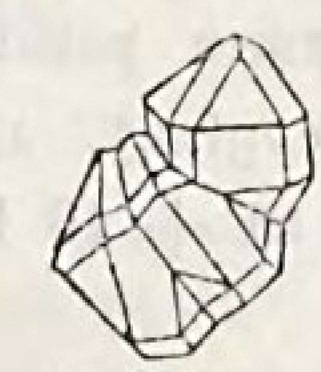


Fig. 921.

Zinnsteinxlle.

Fig. 916. Das Quadratoktaeder mit abgestumpften Randkanten. QO + QP.

Fig. 917. Das Quadratoktaeder mit abgestumpften Randecken. QO + QP′.

Fig. 918. Das Quadratoktaeder mit abgestumpften Randkanten und vierflächig zugespitzten Randecken. QO + QP + DO.

Fig. 919. Das Quadratoktaeder mit abgestumpften Randkanten und vierflächig zugespitzten Randecken. QO + QP + DO.

Fig. 920. Ein Zwilling, bestehend aus zweien Quadratoktaedern mit abgestumpften Randkanten und Scheitelkanten. QO + QO′ + QP.

Fig. 921. Ein Drilling von Xllen: QO + QO′ + QP.

+ QP + QP′; DO + QP; QO + QP + QO′ + QP′; QO + QP + OP + DO + QO′. Häufig sind Zwillinge, theils von der Form QO + QP nach einer QO-Fläche vereinigt, theils von der Form QO + QO′ + QP ebenfalls nach einer QO-Fläche vereinigt (Fig. 920), und eben solche Drillinge (Fig. 921). Spltb. unvollkommen nach den QP- und QP′-Flächen. — H. = 6—7. Br. unvollkommen muschlig — splitterig; spröde. D. = 6,9. Demantglanz, etwas fettartig, fast opak. — Subst. = $\ddot{Sn}$.

d. Sauerstoffsalze.

5. Schwarzbraunstein (Hausmannit). Xllf. QO; QO + QO. Zwillinge häufig von der Form QO, nach einer QO-Fläche vereinigt. Die spitzeren QO-Flächen sind oft parallel den Randkanten gereift, indem die Flächen des stumpferen QO sich zu bilden streben. Spltb. ziemlich vollkommen nach QP-Flächen, welche äußerlich nie vorkommen; undeutlich nach den QO-Flächen. — H. = 5—6. Br. uneben; spröde. D. = 4,7. Unvollkommener Metallglanz; opak; char. Farbe: pechschwarz. — Subst. = Mn $\ddot{Mn}$.

6. Zirkon. Xllf. QO; QO + QP; QO + QP′; QO + QP + QP′; QO + QO + QP + QP′; QO + DO + QP; QO + QO + QP + DO; QO + DO + QP + QP′ + QO′. Spltb. parallel den QP-Flächen; sehr wenig auch nach den QO-Flächen. — H. = 7—8. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 4,5. Glasglanz, etwas demantartig; pellucid. — Subst. = $\left.\begin{matrix}\dddot{Zr}\\ \dddot{Fe}\end{matrix}\right\}\dddot{Si}$.

7. Uranglimmer. Xllf. QO; QO + b; QO + QP + b; QP + b; QO + QO′ + b; QO + b + QP′; QO′ + QP′; QO + QO + b. Durch Vorwalten der b-Flächen sind die Xlle meist ganz tafelartig. Spltb. parallel den b-Flächen; undeutlich nach den QP-Flächen. — H. = 2—3. Br. nicht zu beobachten, wegen der vorherrschenden basischen Spaltbarkeit; milde. D. = 3,4. Demantartiger Glasglanz, auf den Spaltungsflächen Perlmutterglanz; char. Farbe: zeisiggrün. — Subst. = $\left.\begin{matrix}\dot{Ca}\\ \dot{Cu}\end{matrix}\right\}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 2\,\ddot{U} + 8\,\dot{H}$.

e. Doppelsalze.

8. Idokras. Xllf. QP + b; QP + QP′ + b; QP + QP′ + QO′ + b; QP + OP + QP′ + QO′ + b; QP + OP + QP′ + QO′ + DO + b; QP + QP′ + QO + QO′ + b; QP + OP + QP′ + QO + QO′ + b. Spltb. deutlich nach den QP-Flächen und den QP′-Flächen; in geringem Grade auch nach den b-Flächen. — H. = 6—7. Br. unvollkommen muschlig — uneben; spröde. — D. = 3,2. Glasartiger Fettglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{R}^3 \dddot{Si} + \dddot{R} \dddot{Si}$ ($\dot{R} = \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}$; $\dddot{R} = \dddot{Al}$). Die nämliche Substanz bildet isometrisch xllisirt den Granat.

9. Skapolith (Wernerit). Xllf. QP + b; QP + QP′ + b; QP + QP′ + QO′ + b; QP + QP′ + QO′; QP + QP′ + QO + QO′; QP + OP; QP′ + QO + DO + QO′. Spltb. parallel den QP-Flächen und den QP′-Flächen. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben-splitterig; spröde. D. = 2,7. Glasglanz, auf Spaltungsflächen perlmutterartig, auf Bruchflächen fettartig. — Subst. = $\left.\begin{matrix}\dot{Ca}^3\\ \dot{Na}^3\end{matrix}\right\} \dddot{Si}^2 + 2\dddot{Al}\,\dddot{Si}$.

10. Apophyllit. Xllf. QP + b; QP + QO′ + b; QP + QO′; QO′ + b; QO′; QP + QO + QO′; QP + QO + QO′ + b; QP + QO′ + OP. Spltb. vollkommen parallel den b-Flächen. — H. = 4—5. Br. uneben; sehr spröde. D. = 2,4. Glasglanz, auf den b-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{K}\,\dddot{Si}^2 + 8\,\dot{Ca}\,\dddot{Si} + 16\,\dot{H}$.

Zweite Reihe.

Quadratoktaedrisch spaltbare quadratische Mineralxlle.

a. Doppelsulfide.

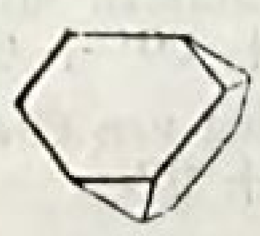


Fig. 922. Ein Kupferkiesxll. Quadratisches Tetraeder mit abgestumpften Ecken; die Abstumpfungsflächen gehören dem zweiten Tetraeder an. $\frac{qo}{2} + \frac{qo'}{2}$

1. Kupferkies. Xllf. QO; $\frac{qo}{2} + \frac{qo'}{2}$ (Fig. 922); QO + QP′; QO + QO′; QO + QO′ + QO′; QO + QO′ + b; QO + QO′ + QO′ + b; QO + QO′ + QP. Sehr häufig sind Zwillinge der Formen QO; QO + QO′; QO + QO′ + b, wobei die Zusammensetzungsebene eine QO- oder QO′-Fläche ist. Die QO-Flächen sind oft gereift parallel den Kanten, welche sie mit den QO′-Flächen bilden. Spltb. ziemlich deutlich nach QO′-, unvollkommen nach b-Flächen. — H. = 3—4. Br. muschlig — uneben; wenig spröde. D. = 4,2. Metallglanz; opak; char. Farbe: messinggelb, oft pfauenschweifig. — Subst. = $\dot{Cu}\,\ddot{Fe}$.

b. Oxyde.

2. Anatas. Xllf. QO; QO + b; QO + QO; QO + DO; QO + b + QO′; QO + b + QO′ + QP′; QO + b + QO′ + QO′; QO + QO′ + QO + DO + b. Die QO-Flächen und die QP′-Flächen horizontal gereift. Spltb. vollkommen nach den QO-Flächen und nach den QP-Flächen. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,8. Demantglanz, meist metallähnlich; fast opak. — Subst. $\ddot{Ti}$ (s. Rutil S. 1107).

3. Manganoxyd (Braunit). Xllf. QO; QO + b; QO + QO; QO + QO + b; QO + DO. Die Flächen b sind oft parallel den Kanten, welche die QO-Flächen mit denselben bilden, gereift; ebenso die QO-Flächen parallel den Kanten, welche die DO-Flächen mit ihnen bilden würden. Spltb. vollkommen parallel den QO-Flächen. — H. = 6. Br. uneben; spröde. D. = 4,8. Unvollkommener Metallglanz; opak; char. Farbe: dunkelbraunlichschwarz. — Subst. = $\dddot{Mn}$.

c. Sauerstoffsalze.

4. Gelbbleierz. Xllf. QO; QO + b; QO + b + QP; QP + b; QO + QO + b; QO + QO + b + QP; QO + QO + b + QP′; QO + b + QO′; QO + b + QP + OP; b + QP + OP. Spltb. nach den QO-Flächen. — H. = 3. Br. muschlig — uneben; wenig spröde. D. = 6,7. Fettglanz, etwas demantartig; pellucid; char. Farbe: wachsgelb. — Subst. = $\dot{Pb}\,\dddot{Mo}$.

5. Scheelbleispath. Xllf. QO; QO + b; QO + QP; QP + b; QO + QO

+ QP + QO′. Spltb. deutlich nach den QO=Flächen. — H. = 3–4. Br. muschlig; spröde. D. = 8. Fettglanz; pellucid; char. Farbe: wachsgelb. — Subst. = $Pb\,\ddot{W}$.

6. Tungstein (Scheelit). Xllf. QO; QO + QO; QO + QO + b; QO + b; QO + QO′; QO + QO′ + b; QO + QO′ + OP; QO + QO′ + $\frac{do}{2}$. Spltb. ziemlich deutlich nach den QO=Flächen und den QO′=Flächen; sehr gering, nur spurenweise auch nach den b=Flächen. — H. = 4—5. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 6. Glasglanz, demant= oder fettartig; fast opak; char. Farbe: weißbräunlich. Erwärmte Bruchstücke dieses Minerals phosphoresciren im Dunkeln. Subst. = $Ca\,\ddot{W}$.

7. Honigstein. Xllf. QO; QO + b; QO + QP′; QO + QP′ + b; QO + b + QP′ + QO. Spltb. sehr unvollkommen parallel den QO=Flächen. — H. = 2. Br. muschlig; wenig milde. D. = 1,6. Glasartiger Fettglanz; pellucid; char. Farbe: honiggelb. — Subst. $\ddot{A}l\,\overline{M}^3 + 15\dot{H}$ ($\overline{M}$ = Honigsteinsäure, aus dem Pflanzenreiche, von moderndem Holze der Braunkohlen, abstammend, aus Kohlen=, Wasser= und Sauerstoff bestehend).

Anhang: Künstliche Xlle des quadratischen Systemes.

a. Cyanide: Blutlaugensalz (Kaliumeisenoxydulcyanür; — Cyan = C^2 N).
b. Sauerstoffsalze: Schwefelsaures Nickeloxyd, arseniksaures Kali u. s. w.
c. Doppelsalze: Essigsaures Kalkkupfer (essigs. Kalk + essigs. Kupferoxyd) u. s. w.

Auch in diesem Systeme sind die künstlichen Xllisationen meistens sehr einfach, nur das schwefelsaure Nickeloxyd besitzt oft Flächen dreier verschiedener normaler Quadratoktaeder, eines diagonalen Quadratoktaeders, basische Flächen und Flächen eines normalen quadratischen Prismas.

III. Das Hexagonale System.

Eine Hauptaxe, die einzige ihrer Art, rechtwinklig drei von ihr verschiedene, aber unter sich gleichartige, und unter Winkeln von 60° sich kreuzende Nebenaxen schneidend, dieses ist das Axenkreuz, welches dem hexagonalen Xllisationensysteme zu Grunde liegt. Verbindet man die Endpunkte jener Axen durch Ebenen, so erhält man einen Körper (Fig. 923), welcher eine obere und eine untere sechsflächige Pyramide darstellt: das bipyramidale Dodekaeder (D). Diese können natürlich, je nachdem die Hauptaxe entweder eben so lang ist, als die Nebenaxen, oder länger als diese, oder aber kürzer als dieselben, entweder über den Gipfeln rechtwinklig oder spitz oder stumpf sein. Das Gesetz der Axenverhältnisse allein beschränkt die unendliche Zahl der Möglichkeiten für die Reihe von Dodekaedern wenigstens bei einer und derselben Substanz; immerhin aber ist dennoch die Zahl stumpferer und spitzerer Dodekaeder, deren Flächen bei manchen Substanzen combinirt vorkommen, außerordentlich groß. Der horizontale Querschnitt der Dodekaeder ist immer ein reguläres Sechseck oder Hexagon. — Wenn die Gipfelkanten des Dodekaeders abgestumpft würden, so entstände eine vierundzwanzigflächige Doppelpyramide, deren Horizontalschnitt ein gleichwinkliges, aber ungleichseitiges Zwölfeck wäre. Die Abstumpfungsflächen für sich würden ebenfalls zu einem zweiten bipyramidalen Dodekaeder führen (D′), welches entweder spitzer oder stumpfer sein müßte, als das

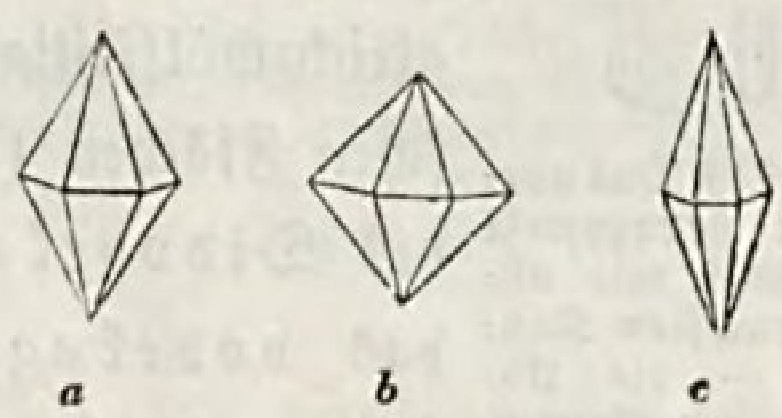


Fig. 923.

Fig. 923, a. Das bipyramidale Dodekaeder. D.
Fig. 923, b. Ein stumpfes bipyramidales Dodekaeder. D.
Fig. 923, c. Ein spitzeres bipyramidales Dodekaeder. D.

normale. Diese Dodekaeder kommen indessen bei keiner bekannten Xllisation vor. — Wenn die Kanten des normalen Dodekaeders zugeschärft erscheinen, so bekommt man an jeder Pyramide zwölf neue Flächen, welche, wenn sie die Flächen des Dodekaeders verdrängen, eine Pyramide mit zwölf Flächen und abwechselnd stumpferen und minder stumpfen Gipfelkanten darstellen, und deren Horizontalschnitt ein gleichseitiges, aber ungleichwinkliges Zwölfeck wäre. Diese Form kann man (da es sich zum Dodekaeder so verhält, wie das Dioktaeder zum Quadratoktaeder) Didodekaeder (DD) nennen. Dasselbe kommt übrigens vollzählig ebenfalls an keiner bis jetzt bekannten Xllisation vor.

Abstumpfung der Randkanten des Dodekaeders (Fig. 924 und 925) führt zu einem normalen hexagonalen Prisma (HP), welches man sich wieder als ein Dodekaeder mit unendlich langer Hauptaxe ($\overset{\infty}{\mathrm{D}}$) denken kann. Abstumpfung der Gipfel (Fig. 926) ergibt die basischen Flächen (b), welche

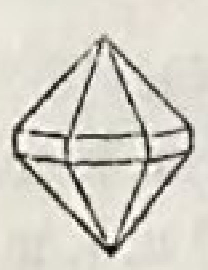
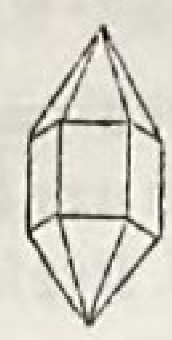



Fig. 924. Fig. 925.

Fig. 924. Das bipyramidale Dodekaeder mit abgestumpften Randkanten. Die Abstumpfungsflächen bilden ein hexagonales Prisma. D + HP.

Fig. 925. Das bipyramidale Dodekaeder mit dem normalen hexagonalen Prisma. D + HP.



Fig. 926. Das bipyramidale Dodekaeder mit den basischen Flächen. D + b.



Fig 927. Das bipyramidale Dodekaeder mit dem normalen hexagonalen Prisma und den basischen Flächen. D + HP + b.

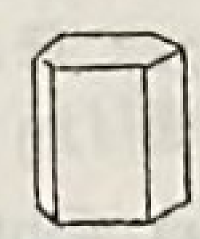


Fig. 927 bis. Das hexagonale Prisma mit den basischen Flächen. HP + b.

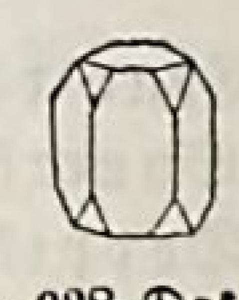


Fig. 928. Das bipyramidale Dodekaeder mit den basischen Flächen und abgestumpften Randecken. Die Abstumpfungsflächen bilden ein abnormes hexagonales Prisma. D + b + HP′.

natürlich wieder als Dodekaeder mit unendlich langen Nebenaxen ($\underset{\infty}{\mathrm{D}}$) gedacht werden dürfen. Die Prismenflächen und basischen Flächen, mit einander combinirt (Fig. 927), können die Dodekaederflächen völlig verdrängen (Fig. 927 bis). Abstumpfung der Randkanten des Dodekaeders (Fig. 928) ruft die Flächen eines gleichwinkligen, aber ungleichseitigen abnormen hexagonalen Prisma (HP′) hervor. Beide hexagonalen Prismen combinirt stellen ein ungleichzwölfseitiges Prisma dar, welches in Combination mit den basischen Flächen (Fig. 929) nicht selten ist. Abstumpfung der Randkanten des Didodekaeders bringt ebenfalls ein zwölfseitiges Prisma, das dodekagonale Prisma (DP), hervor, welches aber gleichseitig und ungleichwinklig ist. Die Flächen desselben bilden Zuschärfungen der Kanten des hexagonalen Prismas.

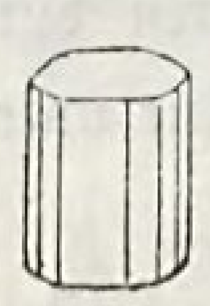


Fig. 929. Das normale hexagonale Prisma mit abgestumpften Kanten — die Abstumpfungskanten gehören dem abnormen hexagonalen Prisma an — und den basischen Flächen. HP + HP′ + b.

Da Zuschärfungen der Randkanten des Dodekaeders spitzeren Dodekaedern angehören, Zuspitzungen der Gipfel stumpferen Dodekaedern, und die Zuspitzungen der Randecken nur durch Flächen von Didodekaedern geschehen können, so sind mit obigen Formen alle möglichen Abänderungen erschöpft, welche im hexagonalen Systeme vorkommen können, und es wäre demnach der Formenreichthum dieses Systemes sehr einfach, wenn nicht die große Zahl von Hemiedrieen, welche hier häufiger, als vollzählige Formen, vorkommen, eine größere Mannigfaltigkeit bewirkte.

Denkt man sich von einem Dodekaeder die Hälfte der Flächen vergrößert auf Kosten der andern, und zwar so, daß von der oberen Pyramide drei Flächen weg-

fallen, während die mit ihnen abwechselnden vergrößert mit einander Kanten bilden, und daß von der unteren Pyramide diejenigen drei wegfallen, welche in den Randkanten den drei vergrößerten oberen begegnen, diejenigen drei dagegen, welche den oben weggefallenen entsprechen, hier vergrößert werden, so erhält man einen Körper, welcher einen nur dreiflächigen oberen und einen ebenso dreiflächigen unteren Gipfel besitzt, dessen Randecken aber nicht in eine Ebene fallen, indem die Randkanten im Zickzack liegen (Fig. 930 und 931). Jede der sechs ganz gleichartigen Flächen ist eine Raute oder ein Rhombus, und man nennt diese Hemiedrie des Dodekaeders daher einen Rautenflächner oder ein Rhomboeder ($\frac{d}{2}$). Je nachdem aber die einen drei der je sechs Pyramidenflächen des Dodekaeders als Rhomboederflächen vorhanden sind, oder die andern drei, erhält man natürlich zwei verschiedene Rhomboeder, von denen das eine die Randecken des andern von den Gipfelkanten aus halbflächig zuschärft oder scheinbar schief abstumpft. Man kann das erste das positive ($\frac{d}{+2}$), das andere das negative ($\frac{d}{-2}$) Rhomboeder nennen. Je nachdem das Dodekaeder spitz oder stumpf war, entstehen stumpfe oder spitze Rhomboeder.

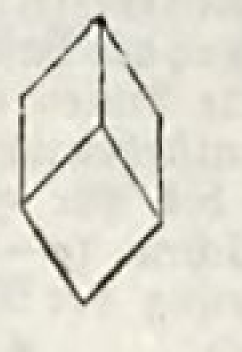
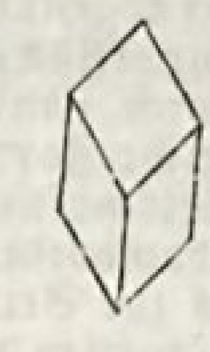



Fig. 930. Fig. 931.

Fig. 930. Ein Rhomboeder, die Hemiedrie eines bipyramidalen Dodekaeders. $\frac{d}{+2}$.

Fig. 931. Ein Rhomboeder, die Hemiedrie des nämlichen bipyramidalen Dodekaeders, gebildet aus den Flächen, welche bei Fig. 930 fehlen. $\frac{d}{-2}$

Bei übereinstimmender Lage erscheinen die stumpferen Rhomboeder als Zuspitzungen der spitzeren oder minder stumpfen von den Flächen aus, die letzteren als halbflächige Zuschärfungen (scheinbar schiefe Abstumpfungen) der Randecken der ersteren ebenfalls von den Flächen aus (Fig. 932—934). Bei nicht übereinstimmender Lage bilden die stumpferen Rhomboeder Zuspitzungen der Gipfel der spitzeren oder minder stumpfen von den Gipfelkanten aus, die letzteren halbflächige Zuschärfungen (oder scheinbar schiefe Abstumpfungen) der Randecken der ersteren ebenfalls von den Gipfelkanten aus (Fig. 935—941).

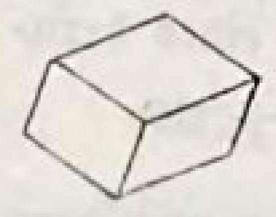
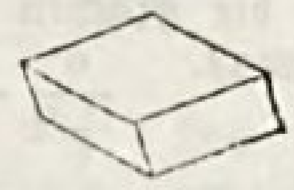
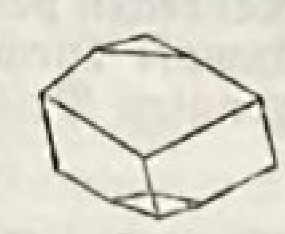




Fig. 932. 933. 934.

Fig. 932. Ein stumpfes Rhomboeder. $\frac{d}{-2}$

Fig. 933. Ein noch stumpferes Rhomboeder in entsprechender Lage der Flächen. $\frac{d}{-2}$

Fig. 934. Das Rhomboeder Fig. 932 an den Gipfeln von den Flächen aus zugespitzt durch das Rhomboeder Fig. 933. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{-2}$

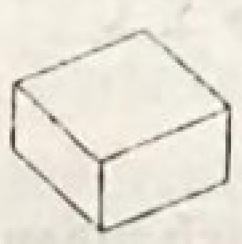
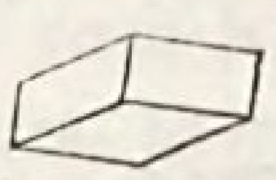



Fig. 935. 936.

Fig. 935. Ein Rhomboeder. $\frac{d}{-2}$

Fig. 936. Ein Rhomboeder. $\frac{d}{+2}$

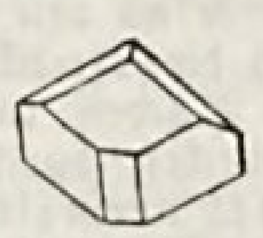
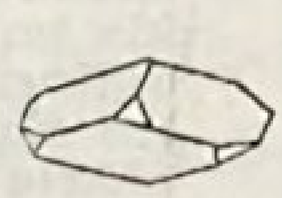
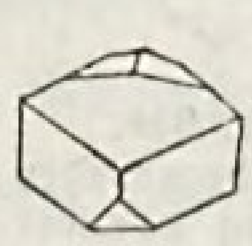




Fig. 937. 938. 939.

Fig. 937. Das Rhomboeder Fig. 935 bis zur Abstumpfung der Gipfelkanten an den Gipfeln zugespitzt durch die Flächen des Rhomboeders Fig. 936. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2}$

Fig. 938. Das Rhomboeder Fig. 935 bis zum Vorherrschen der Zuspitzungsflächen an den Gipfeln zugespitzt durch das Rhomboeder Fig. 936. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2}$

Fig. 939. Ein Rhomboeder von den Gipfelkanten aus an den Gipfeln zugespitzt durch ein sehr stumpfes Rhomboeder. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2}$.

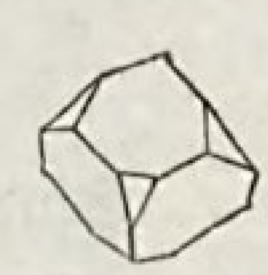
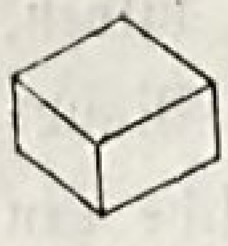



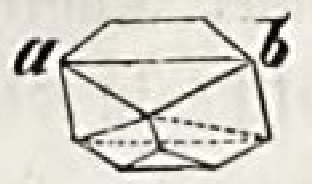
Fig. 940. 941.

Fig. 940. Ein Rhomboeder von der Stumpfheit desjenigen, welches bei Fig. 939 die Zuspitzung bildet. $\frac{d}{+2}$

Fig. 941. Ein Rhomboeder an den Randecken von den Gipfelkanten aus halbflächig zugeschärft durch die Flächen eines spitzeren Rhomboeders. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2}$

Gar nicht selten sind die Gipfel des Rhomboeders abgestumpft durch die basischen





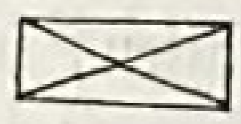


Fig. 942. 943. 944.

Fig. 942. Ein Rhomboeder unverändert. $\frac{d}{-2}$

Fig. 943. Das Rhomboeder Fig. 942 mit abgestumpften Gipfeln. Die Abstumpfungsflächen sind die basischen Flächen. Durch punktirte Linien ist angedeutet, welche Form entstehen würde, wenn die Abstumpfung bis zur Halbirung der Rhomboederflächen (*a—b*) und somit bis zur Berührung der Randecken vorgeschritten wäre. $\frac{d}{-2} + b$.

Fig. 944. Das Rhomboeder Fig. 942 so weit abgestumpft durch die basischen Flächen, daß die Abstumpfungsflächen, wie in den punktirten Linien Fig. 943, die Randecken berühren. $\frac{d}{-2} + b$.

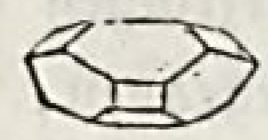
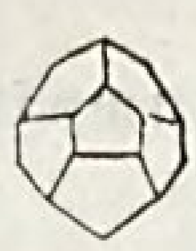


Fig. 945. Ein Rhomboeder an den Randecken von den Gipfelkanten aus halbflächig zugeschärft durch die Flächen eines minder stumpfen Rhomboeders und an den Gipfeln abgestumpft durch die basischen Flächen. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2} + b$.

Flächen, welche in diesem Falle nicht, wie bei der Abstumpfung des Dodekaeders (Fig. 926), sechseckig, sondern dreieckig erscheinen (Fig. 942—944). In solchen Combinationen nehmen die Flächen spitzerer Rhomboeder, welche die Randecken des Rhomboeders von den Gipfelkanten aus halbflächig zuschärfen, eine Trapezform an (Fig. 945).

Die Abstumpfung der Randecken des Rhomboeders durch Flächen, welche der Hauptaxe parallel sind, ergibt dasselbe Resultat, welches die Abstumpfung der Randkanten des Dodekaeders ergab, nämlich die Flächen eines hexagonalen Prismas (Fig. 946). Je nachdem das positive oder das negative Rhomboeder auf diese Weise verändert worden ist, erhält man das normale Prisma oder das abnorme (Fig. 947). Gerade umgekehrt verhält es sich mit dem Prisma, welches man erhält durch Abstumpfung der Randkanten des Rhomboeders vermittelst Flächen, welche der Hauptaxe parallel sind. Hier ergeben die Abstumpfungsflächen beim positiven Rhomboeder das abnorme Prisma (Fig. 948), beim negativen dagegen das normale (Fig. 949).



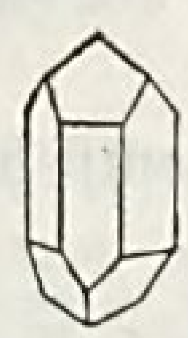


Fig. 946. 947.

Fig. 946. Ein Rhomboeder an den Randecken parallel der Hauptaxe abgestumpft durch die Flächen eines hexagonalen Prismas. $\frac{d}{+2} + HP$.

Fig. 947. Ein Rhomboeder mit dem abnormen hexagonalen Prisma. $\frac{d}{-2} + HP'$.



Fig. 948. Ein Rhomboeder an den Randkanten parallel der Hauptaxe abgestumpft durch die Flächen eines abnormen hexagonalen Prismas. $\frac{d}{+2} + HP'$.

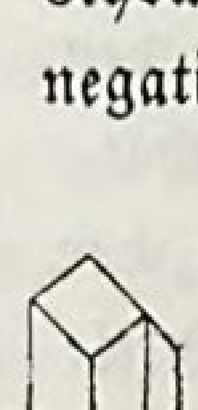


Fig. 949. Ein Rhomboeder mit dem normalen hexagonalen Prisma. $\frac{d}{-2} + HP$.

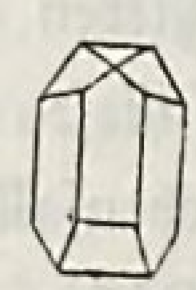


Fig. 950. Ein positives Rhomboeder an den Gipfeln durch die (dreieckigen) basischen Flächen und an den Randecken durch die Flächen des normalen hexagonalen Prisma's abgestumpft. $\frac{d}{+2} + HP + b$.

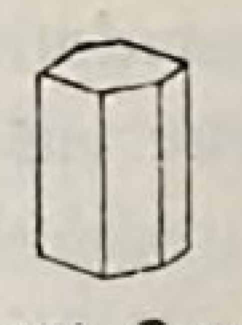


Fig. 951. Das hexagonale Prisma mit den basischen Flächen. HP + b.

Sind außer den Prismenflächen auch noch die basischen Flächen vorhanden (Fig. 950), so entsteht, wenn die Rhomboederflächen ganz verdrängt werden, die nämliche Form, welche beim Dodekaeder auf diese Weise sich bildet (Fig. 951).

Nicht selten aber stellen sich auch in diesem Falle wieder die Rhomboederflächen ein, sei es als Abstumpfung der abwechselnden Ecken (Fig. 951, a) oder als Randkanten-Abstumpfungen (Fig. 951, b). Die Hemiedrie ergreift auch die Prismenflächen selbst, von denen sich drei größer ausbilden, als die drei andern mit ihnen abwechselnden ($\frac{hp}{+2}$ oder $\frac{hp}{-2}$), oder es sind von den sechs Prismenkanten nur drei durch die Flächen eines zweiten Prismas abgestumpft ($\frac{hp'}{+2}$ oder $\frac{hp'}{-2}$), während

die andern drei unversehrt bleiben (Fig. 951, c). Auch das **dodekagonale Prisma** erscheint bisweilen hemiedrisch ($\frac{dp}{-2}$ und $\frac{dp}{+2}$), indem nur drei Flächenpaare desselben, welche die einen oder andern drei Kanten des hexagonalen Prismas zuschärfen, ausgebildet sind.

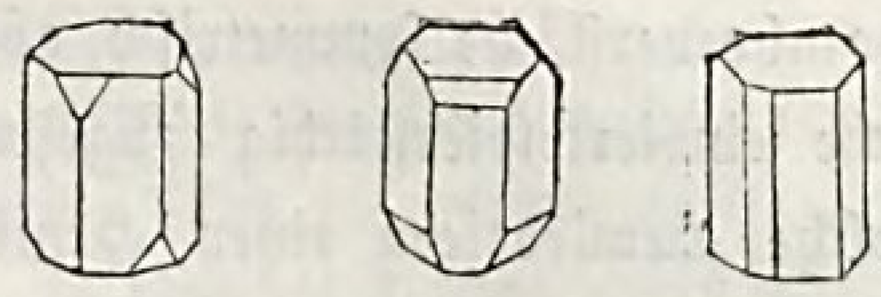


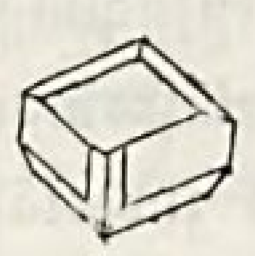
Fig. 951, a. 951, b. 951, c.

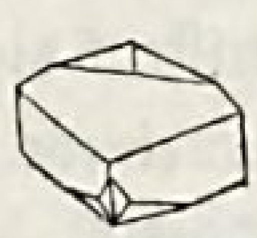
Fig. 951, a. $HP' + \frac{d}{+2} + b.$

Fig. 951, b. $HP' + \frac{d}{-2} + b.$

Fig. 951, c. $HP + \frac{hp'}{+2} + b.$

Wenn man die Hälfte der Gipfelkanten des Dodekaeders durch die Flächen eines Didodekaeders zuschärft, oder, was dasselbe ist, wenn man die Gipfelkanten des Rhomboeders zuschärft (Fig. 952), so erhält man eine **Hemiedrie des Didodekaeders**, welche man **Skalenoeder** ($\frac{dd}{2}$) nennt. Anstatt der Zuschärfung der Kanten kann auch eine je zweiflächige Zuspitzung des Gipfels von jeder der betreffenden Kanten her (Fig. 953), oder eine halbvierflächige, d. h. zweiflächige, Zuspitzung der Randecken von denselben Kanten her (Fig. 954), zu dem nämlichen Resultate führen, nur erhält man das eine Mal stumpfere (Fig. 955), das andere Mal spitzere





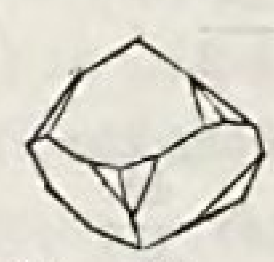
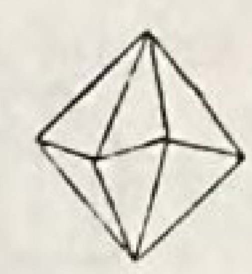


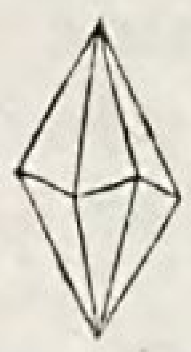
Fig. 953. Fig. 954.

Fig. 952. Ein Rhomboeder an den Gipfelkanten zugeschärft. Die Zuschärfungsflächen bilden eine Hemiedrie des Didodekaeders, ein „Skalenoeder". $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{-2}$

Fig. 953. Ein Rhomboeder, dessen Gipfel von den drei Gipfelkanten her sechsflächig zugespitzt sind. Die Zuspitzungsflächen bilden ein stumpferes Skalenoeder. $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{-2}$

Fig. 954. Ein Rhomboeder, dessen Randkanten von den Gipfelkanten halbvierflächig zugespitzt sind. Die Zuspitzungsflächen bilden ein spitzeres Skalenoeder $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{-2}$





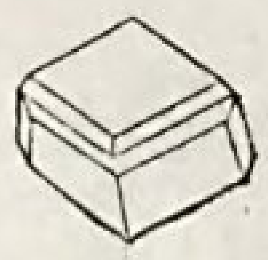


Fig. 955. 956. Fig. 957.

Fig. 955. Ein Skalenoeder. $\frac{dd}{+2}$

Fig. 956. Ein Skalenoeder. $\frac{dd}{+2}$

Fig. 957. Ein Rhomboeder mit zugeschärften Randkanten. Die Zuschärfungsflächen gehören einem spitzen Skalenoeder an. $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{+2}$

(Fig. 956) Skalenoeder. Es gibt positive und negative Skalenoeder ($\frac{dd}{+2}$ und $\frac{dd}{-2}$). Die **Zuschärfung der Randkanten** des **Rhomboeders** (Fig. 957) ergibt ebenfalls ein, jedenfalls spitzeres, Skalenoeder, welches jedoch bei einem positiven Rhomboeder negativ, bei einem negativen Rhomboeder positiv sein muß. Das Skalenoeder besteht aus drei oberen und drei unteren Paaren ungleichseitiger, übrigens aber congruenter Dreiecke, deren je ein Paar allemal eine Seite gemeinsam hat, während es jederseits mit dem Nachbarpaare wiederum eine Seite theilt. Die Gipfelkanten, je sechs, sind abwechselnd stumpfer und minder stumpf; die sechs Randkanten liegen im Zickzack und bilden mit einander bald stumpfere, bald minder stumpfe Winkel. Gar nicht selten findet man ein Skalenoeder mit mehreren Rhomboedern combinirt (Fig. 958).



Fig. 958. Ein Rhomboeder, dessen Gipfel von den Flächen her durch die Flächen eines stumpferen Rhomboeders zugespitzt sind, während die Flächen eines spitzeren Skalenoeders die Randkanten desselben halbvierflächig zuspitzen. $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2} + \frac{dd}{-2}$

In einzelnen, seltenen Fällen wird selbst das Skalenoeder noch wieder hemiedrisch. Fig. 959 zeigt ein Dodekaeder, dessen Randkanten durch die Flächen des normalen Prismas abgestumpft sind, während die Randecken abwechselnd, oben drei und unten die andern drei nicht etwa durch eine

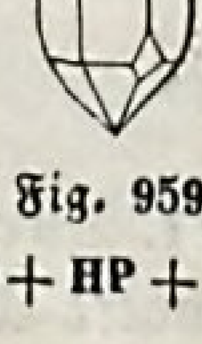


Fig. 959. $D + HP + \frac{dd}{4}$

Rhomboederfläche symmetrisch abgestumpft, sondern vielmehr durch eine Skalenoederfläche einviertelvierflächig zugespitzt (scheinbar unsymmetrisch abgestumpft) erscheinen. Solche Hemiedrieen einer Hemiedrie, welche man Viertelflächner oder **Tetartoedrieen** nennt, kommen sehr ausgezeichnet beim Rauchtopasquarze vor.

Unter den regelmäßigen Zusammengruppirungen von Xllen dieses Systemes sind besonders solche bemerkenswerth, bei welchen Hemiedrieen sich in der Weise vereinigen, daß die beiden zusammengesetzten Xlle gerade die entgegengesetzte Lage besitzen (Fig. 960 und 962), wobei sich, wenn die Individuen halbirt sind, aus zweien vereinigten Rhomboedern scheinbar reguläre Doppel-Pyramiden mit dreieckigem Horizontaldurchschnitte, aus zweien solchen Skalenoedern scheinbar reguläre Doppelpyramiden mit sechseckigem Horizontaldurchschnitte bilden. Jedoch bleibt meistens die Zusammenfügung noch an einem kleinen einspringenden Winkel — dem stets zuverlässigen Zeichen zusammengesetzter Individuen — erkennbar (Fig. 961 und 963).

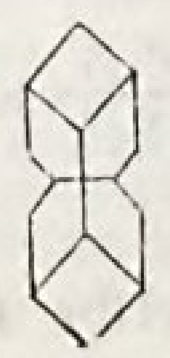
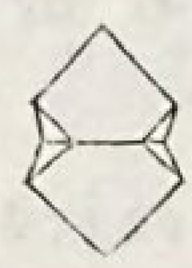



Fig. 960. 961.

Fig. 960. Ein Zwilling aus zweien Rhomboedern nach b-Flächen zusammengesetzt. Das eine Rhomboeder ist positiv, das andere negativ. $\frac{d}{-2}$ und $\frac{d}{+2}$

Fig. 961. Ein Zwilling ähnlicher Art. $\frac{d}{-2}$ und $\frac{d}{+2}$

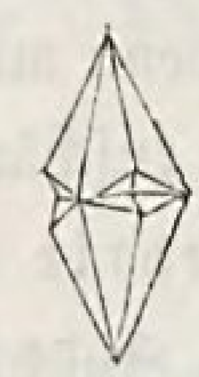



Fig 962. 963.

Fig. 962. Ein Zwilling aus zweien Skalenoedern, nach b-Flächen zusammengesetzt. Das eine Skalenoeder ist positiv, das andere negativ. $\frac{dd}{-2}$ und $\frac{dd}{+2}$

Fig. 963. Ein Zwilling ähnlicher Art. $\frac{dd}{-2}$ und $\frac{dd}{+2}$

Interessant sind auch die Gruppirungen, in welchen viele Individuen zu einem großen, freilich meistens ziemlich unvollständigen Individuum gleicher Form vereinigt sind, wie Fig. 964 und 965, oder wo durch das parallele Zusammenwachsen und Ineinanderwachsen gleichartiger Individuen scheinbar einfache Individuen von verzerrter Form entstehen, wie Fig. 966.

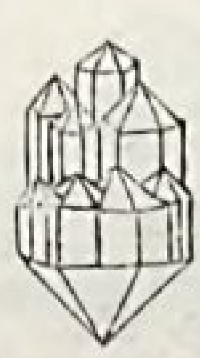



Fig. 964. Fig. 965.

Fig. 964. Viele Xlle von der Form D + HP, zu einem großen Individuum gleicher Art zusammengruppirt.

Fig. 965. Viele Xlle von der Form $\frac{dd}{2}$ zu einem großen Individuum gleicher Art zusammengruppirt.

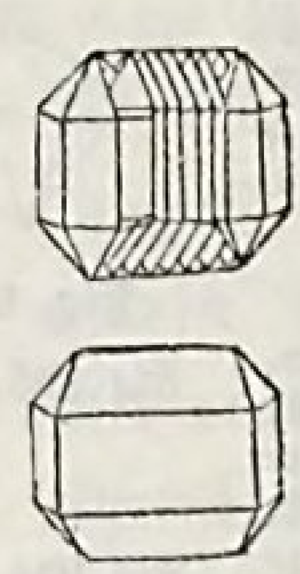


Fig. 966. Viele Individuen von der Form D + HP, parallel an- und ineinander gewachsen und so zu einem scheinbar einfachen verzerrten Individuum verschmolzen.

Die Xlle des hexagonalen Systemes besitzen alle **eine optische Axe**, parallel der Hauptaxe der Xllisation. In allen anderen Richtungen sind sie **doppelt strahlenbrechend**. Bei der Erwärmung verhält sich die Hauptaxe in Bezug auf Ausdehnung anders, als die drei Nebenaxen.

Uebersicht der hexagonalen Mineralxlle.

Erste Reihe: Dodekaedrisch spaltbare.

Zweite Reihe: Prismatisch spaltbare.

Erste Reihe.

Dodekaedrisch spaltbare hexagonale Mineralxlle.

A. Polarhemiedrische.

1. **Turmalin** (Schörl). Der Turmalin ist das ausgezeichnetste Mineral, dessen Xlle eine besondere Art von Hemiedrie besitzen, welche man die **polarische Hemiedrie** nennt,

und welche sich außer diesem Falle nur noch beim Boracit im hexagonalen Systeme und beim Zinkglase im orthorhombischen Systeme wiederholt. Diese Hemiedrie besteht darin, daß das eine Ende (der eine Pol) der Hauptaxe bei diesen Xllen in anderer Weise verändert erscheint, als das andere Ende (der andere Pol), so daß die Flächen eines Rhomboeders, eines Skalenoeders oder die basischen Flächen nur an einem Pole auftreten, während sie am andern Pole fehlen, und anstatt ihrer dort andere Flächen ausgebildet sind. Eben damit hangt auch das hemiedrische Vorhandensein der Prismenflächen zusammen, indem bald die oberen drei, bald die unteren drei Randecken des Rhomboeders durch drei Flächen der Hexagonalpyramide parallel der Hauptaxe abgestumpft oder durch drei Flächenpaare der Dodekagonalpyramide zugeschärft sind. Diese auffallende Eigenthümlichkeit scheint in innigem — freilich bislang noch unbegriffenem — Zusammenhange zu stehen mit einer andern, von welcher sie stets begleitet ist, nämlich der Polarelektricität. Der Turmalin besonders wird, wenn man ihn über 10° Cels. erwärmt, polarisch elektrisch,* so daß sein einer Pol also positiv, der andere negativ erscheint. Bei regelmäßig zunehmender Erwärmung bleibt die Elektricität bestehen bis zur Temperatur von etwa 150° Cels.; dann aber erlischt sie wieder völlig, wie bei dem unter 10° abgekühlten Turmaline. Wenn man dagegen den erwärmten Xll sich wieder abkühlen läßt, so tritt unter 150° allemal wieder Elektricität ein; nun aber kehren sich die Elektricitäten um, der zuvor positive Pol wird negativ, der zuvor negative wird positiv. Bei welchem Grade auch die Abkühlung beginne, immer stellt sich das Elektricitätsverhältniß der Pole umgekehrt gegen das der aufsteigenden Temperatur entsprechende Verhältniß. In der Bezeichnung der Xllformen kann man sich des Mittels bedienen, daß man die polarhemiedrisch am positiven Pole vorkommenden Flächen durch $\frac{1}{+2}$, die am negativen Pole vorkommenden durch $\frac{1}{-2}$ vor dem betreffenden Zeichen ankündigt, wie im Folgenden geschehen ist.

Xll. $\frac{d}{+2}+\frac{hp}{-2}$; $\frac{d}{+2}+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}+\frac{hp}{-2}$; $\frac{d}{+2}+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}+\frac{hp}{-2}+\frac{dp}{+2}$; $\frac{d}{+2}+\frac{hp}{-2}+\frac{dp}{+2}+\frac{1}{+2}\frac{dd}{-2}$ (Fig. 967); $\frac{d}{+2}+\frac{hp}{+2}+\frac{hp}{-2}+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}$ (Fig. 968); $\frac{d}{+2}+\frac{hp}{+2}+\frac{dp}{-2}+\frac{1}{+2}b+\frac{1}{-2}\frac{d}{-2}$ (Fig. 969); $\frac{d}{+2}+HP'+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}+\frac{1}{-2}b$ (Fig. 970); $\frac{d}{+2}+HP$

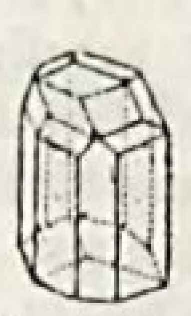


Fig. 967.

$\frac{d}{+2}+\frac{hp}{-2}+\frac{dp}{+2}+\frac{1}{+2}\frac{dd}{-2}$

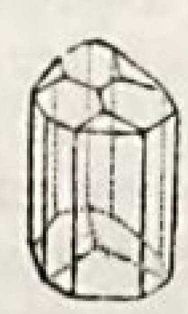


Fig. 968.

$\frac{d}{+2}+\frac{hp}{+2}+\frac{hp}{-2}+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}$

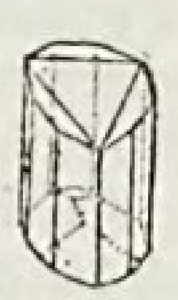


Fig. 969.

$\frac{d}{+2}+\frac{hp}{+2}+\frac{dp}{-2}+\frac{1}{+2}b+\frac{1}{-2}\frac{d}{-2}$



Fig. 970.

$\frac{d}{+2}+HP'+\frac{1}{+2}\frac{d}{+2}+\frac{1}{-2}b.$

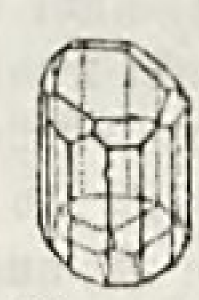


Fig. 971.

$\frac{d}{+2}+HP+HP'+\frac{1}{+2}\frac{d}{-2}+\frac{1}{-2}\frac{d}{-2}+\frac{1}{+2}b.$

* Die Elektricität, d. h. die Eigenschaft, andere Körper anzuziehen oder abzustoßen, je nachdem dieselben entweder die gleichnamige oder ungleichnamige Elektricität besitzen, ist in den Mineralsubstanzen latent, d. h. man bemerkt diese Eigenschaft nicht. Sobald man aber die Mineralien reibt, stößt, schlägt, preßt oder erwärmt, so wird die Elektricität bemerkbar, indem sie sich äußert. Zur Erprobung derselben bedient man sich eines feinen Messingstäbchens, welches an jedem Ende einen kugelförmigen Knopf trägt und in seiner Mitte ein Hütchen von Glas besitzt, mittelst dessen es auf einer feingespitzten senkrechten Nadel drehbar balancirt, wie die Magnetnadel im Kompaß. Man nennt ein solches Instrumentchen die elektrische Nadel. Da das Glas die Elektricität „isolirt" (so gut wie gar nicht leitet), so kann man einem Knopfe der Nadel mit Hülfe einer geriebenen Glasstange die positive (+) oder mit einer geriebenen Siegellackstange die negative (—) Elektricität ertheilen. Reibt, drückt, stößt oder erwärmt man nun ein Mineral und nähert man es dann dem betreffenden Knopfe der Nadel, so wird es dieselbe abstoßen, wenn es dieselbe Elektricität besitzt, welche man der Nadel ertheilt hat, im entgegengesetzten Falle aber dieselbe anziehen. Uebrigens kann ein und dasselbe Mineral theils in verschiedenen Varietäten, theils je nach der glatten oder rauhen Beschaffenheit der Flächen, welche man reibt, theils je nach dem Stoffe, mit welchem man die Reibung ausführt, bald negativ, bald positiv elektrisch werden. Demant, Flußspath, Quarz, Glimmer, Topas, Aragonit zeigen die Elektricität durch bloßen Druck mit den Fingern sehr ausgezeichnet und einige behalten diese Eigenschaft, wenn sie erst einmal erregt worden ist, mitunter mehrere Stunden lang; der Topas bis zum dritten Tage, ja der Kalkspath 10—11 Tage lang, während der Demant sie fast augenblicklich, der Quarz sie nach 10 Minuten wieder verliert. Polarische Elektricität besitzen nur wenige Mineralien; der Turmalin, der Boracit, der Prehnit, das Zinklas u. s. w. —

$+ \mathrm{HP}' + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{+2}b$ (Fig. 971); $\frac{d}{+2} + \frac{hp}{-2} + \frac{dp}{+2} + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{hp}{-2} + \frac{dp}{+2} + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}b$; $\frac{d}{+2} + \frac{hp}{-2} + \frac{hp}{+2} + \frac{dp}{+2} + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \mathrm{HP} + \mathrm{HP}' + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{dp}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \mathrm{HP}' + \frac{1}{+2}\frac{dd}{-2} + \frac{hp}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + b$. Spltb. sehr unvollkommen, nach $\frac{d}{+2}$. — H. = 7–8. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,2. Glasglanz; pellucid — opak. Doppelt brechend, aber nur in einer Richtung den Lichtstrahl durchlassend. * — Subst. = $\dot{C}a$, $\dot{K}$, $\dot{L}i$, $\dot{M}g$, $\dot{F}e$, $\ddot{M}n$, $\ddot{A}l$ $\ddot{S}i$ $\ddot{B}$; eine bestimmte Formel kann man wegen der Verschiedenheit der Resultate der Analysen nicht aufstellen.

2. **Borazit.** Xllf. Das Rhomboeder des Borazits gleicht vollkommen einem Würfel, dessen eine Eckenaxe die Rhomboederhauptaxe ist. Die Abänderungsflächen erscheinen stets **polarisch hemiedrisch** und haben völlige Uebereinstimmung mit den **Hemiedrieen des isometrischen Systemes.** Jedoch ist diese Uebereinstimmung nur eine geometrische, nicht zugleich eine physische. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{b}{2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{b}{2} + \frac{1}{+2}\frac{b}{2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + \mathrm{HP}'$. Die Flächen $\frac{d}{+2}$ gleichen den W-Flächen des isometrischen Systemes; die Flächen $\frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{b}{2}$ zusammen können betrachtet werden als $\frac{o}{2}$; die Flächen $\frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{+2}\frac{b}{2} = \frac{o'}{2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + \mathrm{HP}' = \mathrm{RD}$. Wenn die $\frac{1}{+2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{-2}\frac{b}{2}$ $(= \frac{o}{2})$- und $\frac{1}{-2}\frac{d}{-2} + \frac{1}{+2}\frac{b}{2}$ $(= \frac{o'}{2})$ Flächen zusammen und von ziemlich gleicher Größe vorkommen, so entstehen scheinbar die vollkommensten isometrischen Oktaeder. — Spltb. sehr unvollkommen nach den scheinbaren Oktaederflächen. — H. = 7. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3. Glasglanz; pellucid. Das optische Verhalten des Borazits unterscheidet denselben vollkommen vom isometrischen

* Blickt man durch einen klaren Turmalinxll parallel einer Nebenaxe auf einen beleuchteten Körper, so erhält man nur eine Hälfte des Lichtstrahles in einer gewissen Richtung, indem die zweite Hälfte von dem Xlle gar nicht durchgelassen wird. Der durch den Turmalin gedrungene Lichtstrahl ist polarisirt, d. h. er kann nicht mehr in jeder beliebigen Richtung gebrochen werden. Hat man den Turmalinxll parallel der Hauptaxe durchschnitten und dreht man die eine Hälfte so, daß sie die andere Hälfte rechwinklig kreuzt (Fig. 972), so wird der Lichtstrahl, welcher durch die eine Hälfte in einer gewissen Richtung hindurchgetreten ist, nun nicht in der gleichen Richtung durch die andere verkehrte Hälfte durchtreten können. Man sieht ihn daher nicht, der Turmalin erscheint völlig dunkel. Bringt man aber zwischen die beiden Tur-

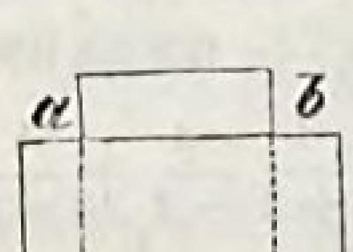


Fig. 972. Zwei aus einem Xll der Hauptaxe parallel geschliffene Turmalinplättchen dunkel gestellt, d. h. so gelegt, daß sie kein Licht durchlassen.



Fig. 973. Eine sich elastisch schließende Drahtzange, deren Arme an ihrem Ende ringförmige Einfassungen tragen, welche zur Auflegung der Turmalinplättchen passend vorgerichtet sind. Man zwängt den zu untersuchenden Körper zwischen die beiden Einfassungen.

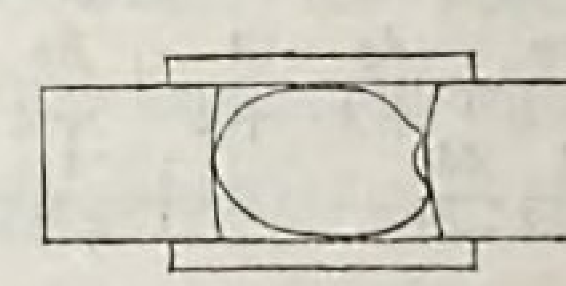


Fig. 974. Darstellung der Methode nach welcher man unregelmäßig geformte Bruchstücke zur Untersuchung im Turmalinapparate vorrichtet. Zwei Korkstückchen von der Dicke des Bruchstückes sind auf ein Glastäfelchen gelegt, so daß das Bruchstück zwischen dieselben paßt Ein anderes Glastäfelchen deckt das Ganze. Der Zwischenraum wird mit dickem klarem Terpentin ausgefüllt.

malinplatten einen Körper von doppelter Strahlenbrechung, so führt dieser einen Theil des Lichtstrahles in eine solche Richtung über, daß derselbe nun auch durch die zweite Turmalinplatte hindurch gelangt, und man bemerkt folglich nun einen Schimmer. Man bedient sich verschiedener einfacher Apparate (Fig. 973 u. 974), um auf diese Weise an Körpern, welche man zu dem Zwecke zwischen die Turmalintafeln bringt, zu untersuchen, ob sie doppelt- oder einfach brechend seien. Denn man hat hierin ein Mittel, auch an solchen Bruchstücken, welche keine erkennbare Spur von Xllflächen besitzen, zu bestimmen, ob dieselben einem der fünf letzten Xllisationensysteme angehören oder nicht. So unterscheidet man leicht ein Stück Granat (isometrisch xllisirend) von Zirkon (quadratisches System), Spinell (isometrisch) von Saphir (hexagonales System). Auch ganz amorphe Körper, wie Glas, bewirken, eben weil sie nie doppelte Strahlenbrechung besitzen, nie den Durchtritt des Lichtstrahles durch den „dunkel gestellten" Turmalinapparat. Man kann daher durch dieses Mittel Glas sehr sicher von dem (hexagonalen) Quarzxll oder Bergkrystall unterscheiden, ohne die Härteprobe machen zu müssen. —

Systeme; denn derselbe besitzt doppelte Strahlenbrechung und eine optische Axe, welche mit einer Eckenaxe des scheinbaren Würfels übereinstimmt. Die Uebereinstimmung in geometrischer Hinsicht beruht darauf, daß die Hauptaxe des Rhomboeders völlig in der Länge übereinstimmt mit den Querdurchmessern, welche die diametral entgegengesetzten Rhomboederecken verbinden. Der Borazit wird durch Erwärmen polarisch elektrisch. — Subst. $= \dot{Mg}^3 \ddot{B}^4$.

B. Nichtpolarische:

a. Elementarstoffe.

3. Gediegen Arsenik. Xllf. $\frac{d}{+2}$. Spaltb. parallel den Rhomboederflächen und den basischen, äußerlich nicht vorkommenden Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben, feinkörnig; spröde. D. = 5,8. Metallglanz; opak; char. Farbe: zinnweiß ins Bleigraue; an der Luft immer rasch schwarz anlaufend. — Subst. = As.

4. Gediegen Antimon. Xllf. $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + b$. Spltb. nach den Flächen des einen Rhomboeders und nach den b-Flächen. H. = 3. Br. der leichten Spaltbarkeit wegen unerkennbar; wenig spröde; nicht dehnbar. D. = 6,6. Metallglanz; opak; char. Farbe: zinnweiß, gelbgraulich angelaufen. — Subst. = Sb.

5. Gediegen Tellur. Xllf. $\frac{d}{+2} + HP + \frac{d}{-2}$. Spltb. parallel einem Rhomboeder und nach der basischen Fläche, welche äußerlich nicht vorkommt. — H. = 2,3. Br. nicht deutlich; wenig milde. D. = 6,2. Metallglanz; opak; char. Farbe: silberweiß. — Subst. = Te.

b. Oxyde.

6. Kupferblüthe. Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + HP + b$; $HP + b$. Spltb. vollkommen nach den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 3—4. Br. nicht zu beobachten; spröde. D. = 5,8. Demantglanz; pellucid; char. Farbe: kochenillroth. — Subst. = $\bar{Cu}$. Das Kupferoxydul xllisirt als Rothkupfererz im isometrischen Systeme.

7. Quarz (Bergkrystall). Xllf. D; D + HP; D + HP + $\frac{dd}{4}$ (Fig. 959); $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + \frac{hp}{+2} + \frac{hp}{-2}$. Die Formen, oft außerordentlich verzerrt, theils durch ungleichen Abstand der Flächen vom Mittelpunkte (Fig. 975), theils durch Gruppirungen (Fig. 966). Die HP-Flächen sind stets parallel den Randkanten gereift, oft mit deutlich einspringenden Winkeln. Spltb. unvollkommen parallel den D- und den HP-Flächen. — H. = 7. Br. muschlig; spröde. D. = 2,7. Glasglanz, etwas fettartig; pellucid. Durch Aneinanderreibung im Dunkeln phosphorescirend; am Stahle Funken gebend. — Subst. = $\ddot{Si}$. Dieselbe Substanz findet sich häufig in amorphem Zustande, und erhält dann den Namen Opal.*

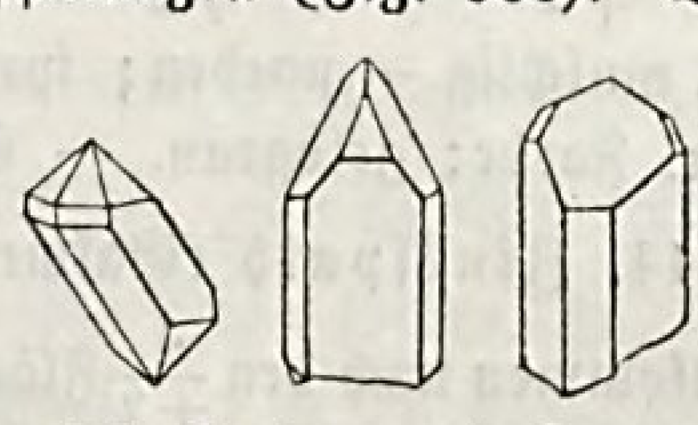


Fig. 975. Drei verzerrte Quarzxlle, sämmtlich: D + HP, der erste ganz vollständig, die beiden andern waren am untern Ende aufgewachsen und konnten sich daher hier nicht ausbilden.

* Opal hat eine geringere Dichtigkeit, als der Quarz, ebenso eine geringere Härte: derselbe ist in siedendem Wasser merklich auflöslich, der Quarz dagegen nur äußerst wenig. Aetzkalilauge löst den Opal, den Quarz dagegen ebenfalls äußerst wenig. — Chalcedone sind innige Gemenge von xllinischer und von amorpher $\ddot{Si}$, also von Quarz und Opal; man unterscheidet sehr zahlreiche Varietäten nach den Farben, wie Carneol, Heliotrop, Chrysopras u. s. w. Feuerstein, Hornstein und Jaspis sind Chalcedone, welche durch bituminose Substanzen, durch Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat, Kalkerde, Thon u. s. w. verunreinigt sind. Wegen der mannigfaltigen Anwendung des Quarzes, Chalcedons und Opals zu Kunst- und Schmucksachen unterscheidet man viele Varietäten mit besondern Namen. Wasserheller Quarz heißt Bergkrystall, rauchgrauer Rauchtopas, gelber Citrin, schwarzer Morion. Oft sind andere Mineralien, nicht selten in den schönsten erkennbaren Xllformen, in Quarzxllen eingeschlossen, wie Eisenglanz, Rutil, Glimmer. Quarz mit Glimmer reichlich erfüllt heißt Avanturin. Chalcedone von verschiedenen bandirten Farbenzeichnungen, oft von Quarz- und Opallagen durchzogen, heißen Onyxe und Achate. Der „edle" Opal ist von zahllosen mikroskopischen Rissen durchzogen, welche eine Folge seines Entstehens durch Austrocknung gallertartiger Kieselerdeabscheidungen aus zersetzten Mineralien (Feldspathen!) zu sein scheinen, und welche das Licht in den verschiedensten Richtungen brechen und in die Regenbogenfarben zerlegen. Ein solches Farbenspielen nennt man „Opalisiren". —

8. Eisenglanz. (Eisenoxyd). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + b + HP$; $\frac{d}{+2} + D' + b$; $D' + b$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2} + D'$. Spltb. parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen und parallel den b-Flächen, selten deutlich. — H. = 6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5. Metallglanz; opak; char. Farbe: eisenschwarz-stahlgrau. — Subst. = $\dddot{Fe}$ (oft theilweise $\dot{Fe}$ und dann magnetisch).

9. Korund (Saphir). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + HP' + b$; $HP' + b$; $\frac{d}{+2} + D'$; D'; $D' + HP'$; $D' + HP' + b$. Spltb. nach den Rhomboeder- und basischen Flächen. — H. = 9. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 4. Glasglanz, auf den basischen Flächen perlmutterartig; pellucid; mitunter mit sechsstrahlig sternförmigem Lichtscheine. — Subst. = $\dddot{Al}$.

c. Doppelsulfide.

10. Rothgültigerz. Xllf. $\frac{d}{+2} + HP'$; $\frac{d}{+2} + HP' + \frac{d}{-2}$; $HP' + b$; $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{+2}$; $\frac{dd}{+2} + HP' + \frac{d}{-2}$; $\frac{dd}{+2} + \frac{dd}{-2}$; $\frac{dd}{+2} + HP' + \frac{dd}{+2} + \frac{dd}{+2}$. Spltb. parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 2–3. Br. uneben — muschlig; wenig milde. D. = 5,7. Demantglanz, ziemlich metallartig; pellucid; char. Farbe: karmesinroth — kochenillroth. — Subst. = $\acute{A}g^3\,\dddot{R}$ ($\dddot{R} = \dddot{Sb}, \acute{A}s$).

11. Magnetkies. Xllf. D; $D + HP + b$; $D + HP + HP' + D'$; $D + D + D' + HP + HP'$. Spltb. parallel den D-Flächen, sehr gering parallel den HP-Flächen. — H. = 4. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 4,6. Metallglanz; opak; char. Farbe: tombackbraun. — Subst. = $5\dot{Fe} + \dddot{Fe}$.

d. Sauerstoffsalze.

12. Natronsalpeter. Xllf. $\frac{d}{+2}$. Spltb. parallel den Rhomboederflächen. — H. = 1–2. Br. muschlig; wenig spröde, fast milde, sehr zerbrechlich. D. = 2. Glasglanz; pellucid. Geschmack bitterlich kühlend. — Subst. = $\dot{Na}\,\ddot{\ddot{N}}$.

13. Eisenspath (Spatheisenstein). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + b$; $\frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + HP'$; $\frac{d}{+2} + HP$. Spltb. parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen vollkommen. — H. = 4. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,7. Glasglanz, häufig perlmutterartig; pellucid; char. Farbe: gelbgrau. — Subst. = $\dot{Fe}\,\ddot{C}$.

14. Zinkspath (Galmey). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + b + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + HP'$. Spltb. vollkommen nach den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 4,4. Glasglanz, oft perlmutterartig; pellucid — oft äußerst wenig. — Subst. = $\dot{Zn}\,\ddot{C}$.

15. Manganspath (Diallogit). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + HP' + b$; $HP' + b$. Spltb. vollkommen parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 4. Br. uneben; spröde. D. = 3,5. Glasglanz, etwas perlmutterartig; pellucid; char. Farbe: röthlich weiß. — Subst. = $\dot{Mn}\,\ddot{C}$.

16. Magnesit. Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$. Spltb. parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 4–5. Br. flachmuschlig; spröde. D. = 3. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Mg}\,\ddot{C}$.

17. Kalkspath. Xllf. Gegen 700 Formen, zum Theil sehr complicirte Combinationen des Kalkspathes sind bereits beobachtet. Die wichtigsten sind: $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{-2}$; $\frac{d}{-2} + HP$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{dd}{+2}$; $\frac{dd}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + HP$; $\frac{d}{+2} + HP'$; $\frac{d}{-2} + \frac{d}{+2} + HP$; $HP + \frac{dd}{+2}$; $\frac{d}{+2} + HP + \frac{dd}{+2}$; $\frac{d}{-2} + \frac{dd}{+2} + HP$; $HP + b$. Die Rhomboeder sind theils sehr stumpf, theils minder stumpf, spitz oder sehr spitz und oft mehrere positive und mehrere negative mit einander combinirt. Rhomboeder und Skalenoeder sind oft parallel den b-Flächen gruppirt, wie Fig. 960–963. Spltb. sehr vollkommen, parallel $\frac{d}{+2}$ mit einer Neigung der Flächen zu Scheitelkanten von 105° 5'

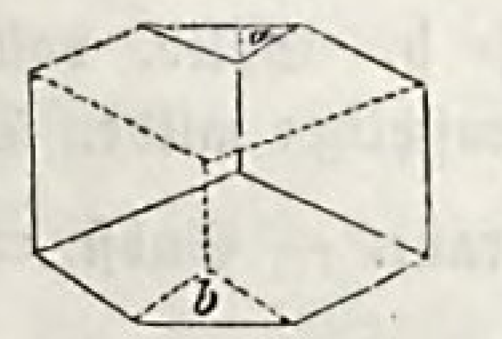


Fig 976. Ein Spaltungsrhomboeder von isländischem Doppelspathe mit angeschliffenen b-Flächen (dieselben sind in der Figur mit a und b bezeichnet).

und zu Randkanten von 74° 55′; dieses Rhomboeder kommt für sich äußerlich sehr selten vor. — H. = 3. Br. muschlig, splitterig, selten zu beobachten; spröde. — D. = 2,6. Glasglanz, etwas fettartig. Reinere Varietäten lassen in Spaltungsrhomboedern die doppelte Strahlenbrechung ausgezeichnet erkennen („Doppelspath" von Island). Um die optische Axe zu untersuchen, wählt man Stücke mit den b-Flächen oder bringt diese Flächen durch Anschleifung hervor (Fig 976). Durch Reiben und Druck sehr andauernd elektrisch (durch Druck mit den Fingern stets positiv). — Subst. = $\dot{C}a\,\ddot{C}$.

18. Dioptas. Xllf. $\frac{d}{+2} + HP'$; $\frac{d}{+2} + HP' + \frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2}\,HP'$. Spltb. nach den Rhomboederflächen vollkommen. — H. = 5. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,2. Glasglanz; pellucid; char. Farbe: smaragdgrün. — Subst. = $\dot{C}u^3\,\ddot{S}i^2 + 3\dot{H}$.

19. Grünbleierz. Xllf. D + b; D + HP + b; D + HP; HP + b; D + HP + HP′; HP + HP′ + b. Durch Reifung der Prismenflächen zur Bildung der HP′-Flächen oft walzenförmig gerundet (Fig. 977). Spltb. undeutlich parallel den D-Flächen, nur sehr wenig parallel den HP-Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 7. Fettglanz pellucid. — Subst. = $3\,\dot{P}b^3\,(\dddot{P}, \dddot{A}s) + Pb\,Cl$.

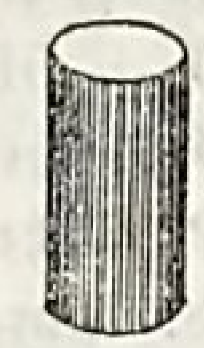


Fig. 977. Ein Grünbleierzxll. HP + HP′ + b.

e. Doppelsalze.

20. Bitterspath (Braunspath). Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + b$; $\frac{d}{+2} + b$. Spltb. vollkommen parallel den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 3 bis 4. Br. muschlig; spröde. D. = 2,9. Perlmutterartiger Glasglanz; pellucid. — Durch Erwärmen, Schlagen oder Reiben phosphorescirend. — Subst. = $\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\ddot{C}$.

21. Alaunstein. Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$. Spltb. nach den Rhomboeder- und b-Flächen. H. = 5. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,6. Glasglanz, etwas perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $\dot{K}\,\dddot{S} + 3\,\dddot{Al}\,\dddot{S} + 6\,\dot{H}$.

22. Chabasit. Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + \frac{d}{-2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2} + \frac{d}{-2} + \frac{dd}{+2}$; $\frac{d}{+2} + \frac{dd}{+2}$; $\frac{dd}{+2}$. Oft regelmäßige Gruppen von 12 Individuen der Form $\frac{d}{+2} + \frac{d}{-2}$ zu einem dodekaederähnlichen Ganzen, indem je sechs $\frac{d}{-2}$-Flächen einen Dodekaedergipfel darstellen. Viele Flächen zeigen auffallende Reifungen, besonders die $\frac{dd}{+2}$-Flächen. Spltb. vollkommen nach den $\frac{d}{+2}$-Flächen. — H. = 4. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2. Starker Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{R}\,\ddot{S}i^2 + 3\,\dddot{Al}\,\ddot{S}i^2 + 18\,\dot{H}$ ($\dot{R}$ bedeutet $\dot{C}a$, $\dot{N}a$, $\dot{K}$).

Zweite Reihe.

Basisch und prismatisch spaltbare hexagonale Mineralxlle.

a. Elementarstoffe.

1. Graphit. Xllf. HP + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den b-Flächen. — H. = 1—2. Br. muschlig — uneben; milde; in dünnen Blättchen biegsam; fettartig anzufühlen. D. = 2. Metallglanz; pellucid; char. Farbe: eisenschwarz. — Subst. = C. Der Kohlenstoff xllisirt isometrisch als Demant. Da die Xllisation des Graphits mit derjenigen des Eisenglanzes nahe übereinstimmt, so ist es von Interesse, daß derselbe immer mehr oder weniger Eisenoxyd zu enthalten scheint.

b. Sulfide.

2. Molybdänglanz. Xllf. D; D + HP; D + HP + b; D + D′ + HP + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den b-Flächen. — H. = 1—2. Br. der Spaltbarkeit wegen nicht wahrnehmbar; sehr milde; in dünnen Blättern biegsam; fettartig anzufühlen. D. = 4,5. Metallglanz; pellucid; char. Farbe: bleigrau. — Subst. $\dot{M}o$.

3. Zinnober. Xllf. $\frac{d}{+2}$; $\frac{d}{+2} + b$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2} + b + HP$; $\frac{d}{+2} + \frac{d}{+2} + \frac{d}{+2}$

+ b. Spltb. vollkommen parallel den HP-Flächen. — H. = 2—3. Br. uneben — muschlig; milde. D. = 8. Demantglanz; pellucid; char. Farbe: kochenillroth ins Bleigraue. — Subst. = $\dot{H}g$.

c. Oxyde.

4. Eis. Xllf. D; D + b; D + HP; D + HP + b; HP + b. Die b-Flächen sind meistens parallel den Kanten, welche diese Flächen mit den HP-Flächen darstellen würden, sechseckig gereift. Spltb. parallel den b-Flächen und den HP-Flächen. — H. = 1—2. Br. muschlig; milde. D. = 0,937. Bei der Xllisation des Wassers erfolgt eine geringe Volumenvermehrung, welche auf Rechnung der Blätterdurchgänge (Spaltungsklüfte) zu setzen ist. — Glasglanz; pellucid; char. Farbe: blaulichgrün. — Subst. = $\dot{H}$.

d. Chlorid-Sauerstoffsalze.

5. Apatit. Xllf. D + HP + b; D + D′ + HP + b; HP + b; HP + HP′ + b; D + D + HP + b; D + D + D′ + HP + HP′ + b; D + DD + HP + b; D + D + DD + HP + HP′ + b. Durch Reifung auf den Prismenflächen zur Bildung der DD-Flächen oft walzenförmig gerundet, wie Fig. 977. Spltb. unvollkommen parallel den HP-Flächen. — H. = 5. Br. muschlig; spröde. D. = 3,2. Glasglanz, fettartig; pellucid. Durch Reiben phosphorescirend; in gepulvertem Zustande auch durch Erwärmen. — Subst. = 3 $\dot{C}a^3 \dddot{\bar{P}}$ + Ca Cl (für Cl oft auch Fl).

e. Doppelsalze.

6. Einaxiger Glimmer (Hexagonglimmer). Xllf. $\frac{d}{+2}$ + HP + b; HP + b; D + b; D + HP + b. Spltb. sehr vollkommen nach den basischen Flächen. — H. = 2—3. Br. nicht zu beobachten wegen der leichten Spaltbarkeit; milde; in dünnen Blättchen elastisch biegsam. D. = 2,8. Glasglanz, auf den b-Flächen lebhaft perlmutterartig. Dichroismus * parallel der Hauptaxe smaragdgrün, senkrecht gegen dieselbe hyacinthroth. — Subst. = $\dot{R}^3 \dddot{Si} + \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}$ ($\dot{R}$ = K, $\dot{M}g$, $\dot{F}e$; $\dddot{\bar{R}}$ = $\dddot{\bar{Al}}$ $\dddot{\bar{Fe}}$).

7. Nephelin (Eläolith). Xllf. D + HP + b; D + HP + HP′ + b; D + D + HP + b; HP + b. Spltb. parallel den HP-, in geringem Grade auch nach den b-Flächen. — H. = 6. Br. muschlig; spröde. D. = 2,5. Glasglanz — Fettglanz; pellucid. — Subst. = ($\dot{N}a$, $\dot{K}$)^2 $\dddot{Si}$ + 2 $\dddot{\bar{Al}}$ $\dddot{Si}$.

8. Smaragd. Xllf. D + HP + D′ + b; D + D′ + HP + HP′ + b; HP + b; HP + HP + b. Spltb. parallel den b-Flächen ziemlich vollkommen, undeutlich parallel den HP-Flächen. — H. = 8. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,7. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dddot{\bar{Be}}$ $\dddot{Si}^2$ + $\dddot{\bar{Al}}$ $\dddot{Si}^2$.

9. Chlorit. Xllf. HP + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den b-Flächen. — H. = 1. Br. nicht zu beobachten, wegen der vorherrschenden Spaltbarkeit; milde; in dünnen Blättchen elastisch biegsam. D. = 2,7. Glasglanz, auf den b-Flächen perlmutterartig; pellucid; char. Farbe: metallischgrün. — Subst. = ($\dot{M}g$, $\dot{F}e$)^3 $\dddot{Si}$ + $\dddot{\bar{Al}}$ $\dddot{Si}$ + 2 $\dot{M}g$ $\dot{H}^2$.

„Künstliche" Xlle, welche dem hexagonalen Systeme angehören, sind sehr selten; bemerkenswerth ist nur das Bleijodid (Pb J²).

IV. Das orthorhombische System.

Den Xllisationen des orthorhombischen Systemes liegt ein Axenkreuz zu Grunde, welches sich von demjenigen des quadratischen Systemes nur dadurch unterscheidet, daß hier die beiden Nebenaxen nicht gleichartig, sondern ungleichartig sind. Somit sind alle drei sich rechtwinklig schneidenden Axen verschieden und

* Dichroismus oder Zweifarbigkeit nennt man die Eigenschaft, in verschiedenen Richtungen verschiedene Farben zu zeigen. Diese im Ganzen außerordentlich seltene Eigenschaft findet sich nie im isometrischen Systeme.

man dürfte ganz nach Belieben die eine oder die andere derselben als die Hauptaxe ansehen und dieselbe bei der xllologischen Betrachtung senkrecht gestellt denken. Die angenommene Hauptaxe heißt aufrechte Axe oder Orthoaxe. Anstatt der quadratischen Oktaeder des quadratischen Systemes erhalten wir, wenn wir die Endpunkte der drei Axen durch Ebenen verbinden, Oktaeder mit rautenförmigem (rhombischem) Horizontaldurchschnitte und nennen dieselben gerade rhombische oder orthorhombische Oktaeder (RO). Solche können natürlich stumpf (Fig. 978) oder spitz (Fig. 979) sein; je spitzer ein rhombisches Oktaeder nach einer Hauptaxe erscheint, um so stumpfer ist es, wenn man die kürzere Nebenaxe als Hauptaxe betrachtet. Die acht Flächen des orthorhombischen Oktaeders sind ungleichseitige Dreiecke. Je vier Kanten, welche in eine Ebene fallen, sind gleichartig, aber nur je zwei Ecken. Die Veränderungen, welche nach dem Gesetze der Symmetrie vorkommen können, müssen sich somit, wenn sie Kanten betreffen, vierfach, wenn sie Ecken betreffen, zweifach wiederholen.

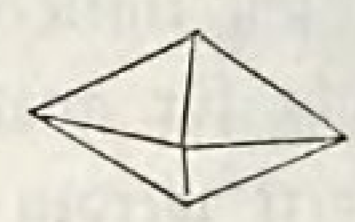
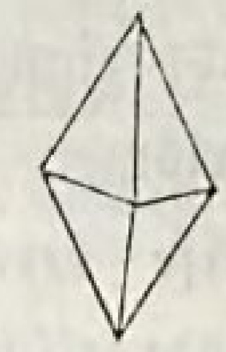



Fig. 978. Fig. 979.

Fig. 978. Ein orthorhombisches Oktaeder in stumpfer Stellung. RO.

Fig. 979. Ein orthorhombisches Oktaeder in spitzer Stellung. RO.

Die Abstumpfung der Kanten betrifft, bei einer bestimmten Stellung der Hauptaxe, entweder die Randkanten (Fig. 980), oder die stumpferen Gipfelkanten (Fig. 981), oder die schärferen Gipfelkanten (Fig. 982). Im ersteren Falle führt die Veränderung zu einem senkrecht stehenden orthorhombischen Prisma (OP). Im zweiten zu einem horizontal liegenden rhombischen Prisma, dessen Prismenkanten parallel sind der längeren Nebenaxe, welche man, weil sie die längere Diagonallinie des rhombischen Horizontaldurchschnittes ist, die lange Diagonale oder Makrodiagonale nennt, und nach welcher man jenes horizontale Prisma als makrodiagonales Prisma (MP) bezeichnen kann. Im dritten Falle führt die Abstumpfung der Kanten zu einem ebenfalls horizontal liegenden rhombischen Prisma, dessen Kanten aber der kürzeren Diagonallinie oder Brachydiagonale parallel sind, und welches somit das brachydiagonale Prisma (BP) heißen muß. Combinationen dieser verschiedenen Prismen sind (Fig. 983—989). Es versteht sich von selber, daß diese Bezeichnungen nur für die angenommene Stellung des orthorhombischen Oktaeders

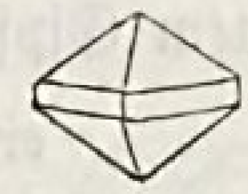
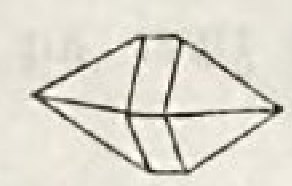
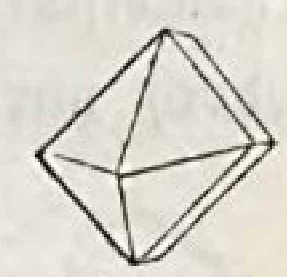
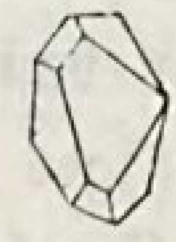




Fig. 980. Fig. 981. Fig. 982.

Fig. 980. Ein orthorhombisches Oktaeder mit abgestumpften Randkanten. RO + OP.

Fig. 981. Ein orthorhombisches Oktaeder mit abgestumpften stumpferen Gipfelkanten. RO + MP.

Fig. 982. Ein orthorhombisches Oktaeder mit abgestumpften schärferen Gipfelkanten. RO + BP.



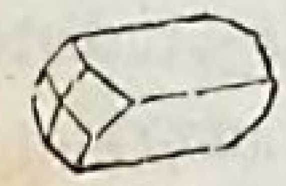


Fig. 986. Fig. 987. Fig. 988.

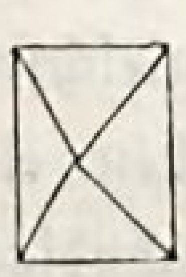


Fig. 983. Das orthorhombische Prisma mit den Flächen des makrodiagonalen Primas. OP + MP.

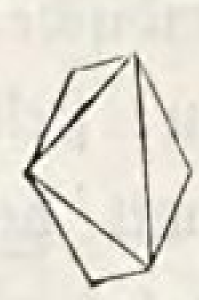
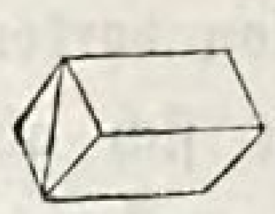



Fig. 984. Fig. 985.

Fig. 984. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma. OP + BP.

Fig. 985. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma. OP + BP.

Fig. 986. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen und dem brachydiagonalen Prisma. OP + MP + BP.

Fig. 987. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen und dem brachydiagonalen Prisma. OP + MP + BP.

Fig. 988. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen und dem brachydiagonalen Prisma. OP + MP + BP.

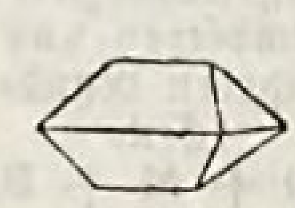


Fig 989. Das makrodiagonale Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma: rechteckiges Oktaeder. MP + BP.

passen, und daß, wenn man die Makrodiagonale oder die Brachydiagonale zur Orthoaxe machen würde, alle Bezeichnungen danach vertauscht werden müßten. Da die vier Ecken, welche durch die Flächen eines jeden der rhombischen Prismen je zweiflächig zugeschärft werden, immer nur paarweise gleichartig sind, so können die Kantenwinkel der rhombischen Prismen, welche die Ecken zuschärfen, sehr verschiedenartig sein. Dieselben sind mitunter nur äußerst wenig, ja bei einigen Xllisationen nicht einmal um einen Grad von dem rechten Winkel verschieden, so daß man die Prismen leicht für quadratische halten könnte. Da aber die Ecken stets nur paarweise verändert werden, so verräth schon dieser Umstand die Verschiedenheit vom quadratischen Systeme. Aber auch in dem Falle, wo zwei Paare von Ecken durch zuschärfende Prismenflächen verändert werden, können sich nach dem Gesetze der Symmetrie immer nur die Veränderungen an den beiden gegenüberliegenden Ecken gleichen

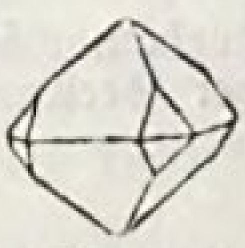


Fig. 990.
Ein orthorhombisches Oktaeder an den Randecken zugeschärft.
RO + MP + BP.

(Fig. 990). In diesem Falle bemerkt man die Prismenflächen nur je an einem Eckenpaare als Zuschärfungen, welche ein dachähnliches Aussehen haben und daher auch wohl Domen — makrodiagonales und brachydiagonales Doma, je nach den Prismenflächen, welche das Doma bilden — genannt werden. Wenn die Flächen zweier Domen sich an einer Ecke vereinigen, so bilden sie eine vierflächige, ungleichartig paarige Zuspitzung der betreffenden Ecken von den Kanten des orthorhombischen Oktaeders aus und können mitunter Oktaeder darstellen, deren Flächen jedoch nur je zwei an einem Gipfel gleichartig sind und deren Horizontaldurchschnitt

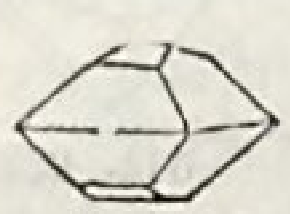


Fig. 991. Ein rechteckiges Oktaeder (makrodiagonales und brachydiagonales Prisma oder Doma), an den Gipfeln zugeschärft durch ein anderes makrodiagonales Doma.
MP + BP + MP.

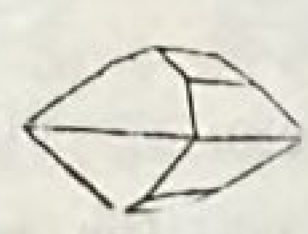


Fig. 992.
Ein rechteckiges Oktaeder (makrodiagonales und brachydiagonales Doma), an den Gipfeln zugeschärft durch ein anderes brachydiagonales Doma.
MP + BP + BP.

ein Rechteck sein würde. Bisweilen sind mehrere solche Domen mit einander combinirt, wobei dann das eine die Gipfel des andern zuschärft (Fig. 991 und 992).

Die Abstumpfung der Ecken ergibt Flächenpaare, von welchen diejenigen, welche die Gipfelecken abstumpfen, wieder basische Flächen (b) genannt werden können, während diejenigen, welche die stumpferen Randecken abstumpfen, weil sie der Makrodiagonale parallel sind, makrodiagonale Flächen (M), diejenigen, welche die spitzeren Randecken abstumpfen und somit der Brachydiagonale parallel sind,

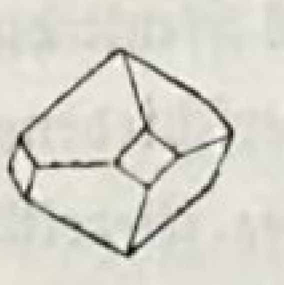


Fig. 993.
Ein orthorhombisches Oktaeder mit abgestumpften stumpferen und spitzeren Randecken.
RO + M + B.

brachydiagonale Flächen (B) genannt werden (Fig. 993). Die makrodiagonalen und brachydiagonalen Flächen zusammen bilden ein aufrechtes rechteckiges Prisma, die makrodiagonalen und basischen Flächen zusammen ein horizontales makrodiagonales rechteckiges Prisma, die brachydiagonalen und basischen Flächen zusammen ein horizontales brachydiagonales rechteckiges Prisma. Rhombische und rechteckige Prismen, wenn sie in Combination vorkommen, stellen ungleichseitig achteckige Prismen dar; verbindet sich aber mit den Flächen eines rhombischen Prismas nur ein basisches oder ein makrodiagonales oder brachydiagonales Flächenpaar, so entstehen ungleichseitig sechseckige Prismen. Combinationen der Flächen des orthorhombischen Oktaeders und des orthorhombischen, makrodiagonalen und brachydiagonalen Prismas mit den basischen und den makrodiagonalen und brachydiagonalen Flächen und Combinationen dieser Flächen unter sich stellen die Figuren 994—1026 dar.



Fig. 994. Das orthorhombische Oktaeder mit dem orthorhombischen Prisma und den basischen Flächen. RO + OP + b.

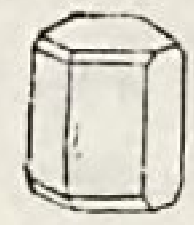


Fig. 995. Das orthorhombische Oktaeder mit dem orthorhombischen Prisma, den brachydiagonalen und den basischen Flächen. RO + OP + B + b.



Fig. 996. Das orthorhombische Oktaeder mit dem orthorhombischen Prisma, den brachydiagonalen und den basischen Flächen. RO + OP + B + b.



Fig. 997. Das orthorhombische Oktaeder mit den brachydiagonalen Flächen. RO + B.



Fig. 998. Das orthorhombische Oktaeder mit dem orthorhombischen Prisma, dem makrodiagonalen Prisma, den brachydiagonalen und den basischen Flächen. RO + OP + MP + B + b.

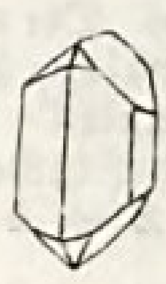


Fig. 999. Das orthorhombische Oktaeder mit zweien verschiedenen orthorhombischen Prismen und dem brachydiagonalen Prisma. RO + OP + OP + BP.

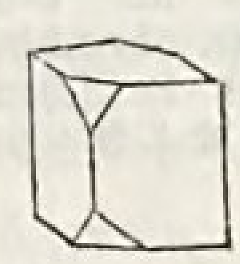


Fig. 1000.



1001.

Fig. 1000. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen Prisma und den basischen Flächen. OP + MP + b.

Fig. 1001. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen Prisma und den basischen Flächen. OP + MP + b.

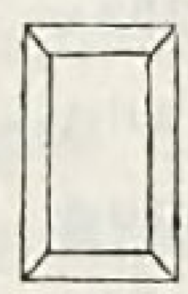
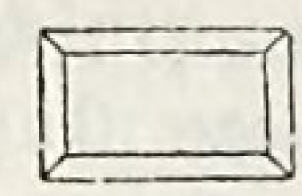


Fig. 1002.



1003.

Fig. 1002. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen Prisma und den makrodiagonalen Flächen. OP + MP + M.

Fig. 1003. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen Prisma und den makrodiagonalen Flächen. OP + MP + M.

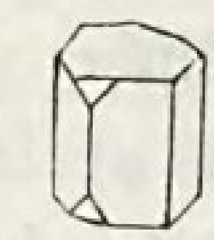


Fig. 1004. Das orthorhombische Prisma mit dem makrodiagonalen Prisma und mit den brachydiagonalen und basischen Flächen. OP + MP + B + b.



Fig. 1005. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den basischen Flächen. OP + BP + b.

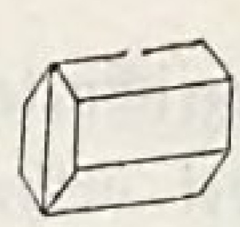


Fig. 1006.



1007.

Fig. 1006. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den brachydiagonalen Flächen. OP + BP + B.

Fig. 1007. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den brachydiagonalen Flächen. OP + BP + B.



Fig. 1008. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma, den brachydiagonalen und den basischen Flächen. OP + BP + B + b.

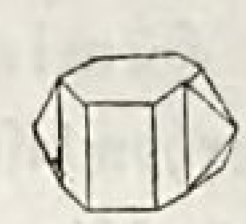


Fig. 1009. Das orthorhombische Prisma mit einem zweiten orthorhombischen Prisma, dem brachydiagonalen Prisma, den makrodiagonalen und den basischen Flächen. OP + OP + BP + M + b.

Fig. 1010. Das makrodiagonale Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma, den brachydiagonalen und den basischen Flächen. MP + BP + B + b.



Fig. 1011. Das orthorhombische Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den makrodiagonalen Flächen. OP + BP + M.



Fig. 1012. Das orthodiagonale Prisma mit den makrodiagonalen und den basischen Flächen. OP + M + b.



Fig. 1013. Das orthorhombische Prisma mit den makrodiagonalen, brachydiagonalen und basischen Flächen. OP + M + B + b.

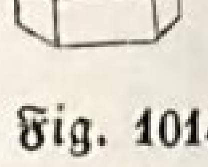
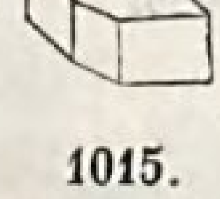


Fig. 1014.



1015.

Fig. 1014. Das orthorhombische Prisma mit den brachydiagonalen und den basischen Flächen. OP + B + b.

Fig. 1015. Das orthorhombische Prisma mit den brachydiagonalen und den basischen Flächen. OP + B + b.



Fig. 1016.



1017.

Fig. 1016. Das orthorhombische Prisma mit den basischen Flächen. OP + b.

Fig. 1017. Das orthorhombische Prisma mit den basischen Flächen. OP + b.



Fig 1018. Das makrodiagonale Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma, einem zweiten brachydiagonalen Prisma und den makrodiagonalen Flächen. MP + BP + BP + M.

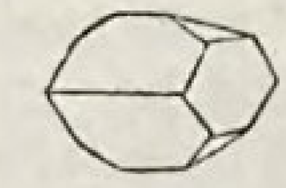


Fig. 1019. Das makrodiagonale Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den brachydiagonalen Flächen. MP + BP + B.

*

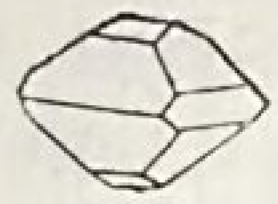


Fig. 1020. Das makrodiagonale Prisma mit einem zweiten makrodiagonalen und dem brachydiagonalen Prisma und den brachydiagonalen Flächen.
MP + MP + BP + B.

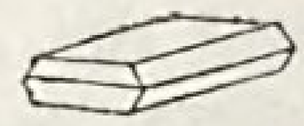


Fig. 1021. Das makrodiagonale Prisma mit dem brachydiagonalen Prisma und den basischen Flächen.
MP + BP + b.

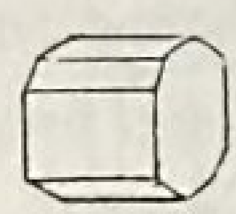


Fig. 1022. Das makrodiagonale Prisma mit den makrodiagonalen, brachydiagonalen und basischen Flächen.
MP + M + B + b.

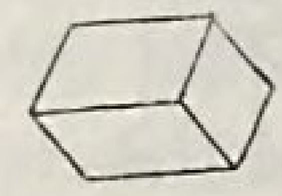


Fig. 1023. Das makrodiagonale Prisma mit den brachydiagonalen Flächen.
MP + B.

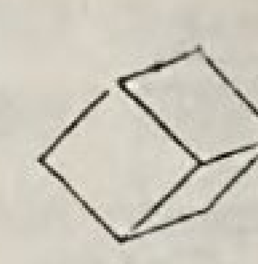


Fig. 1024. Das brachydiagonale Prisma mit den makrodiagonalen Flächen.
BP + M.



Fig. 1025. Das brachydiagonale Prisma mit den makrodiagonalen, brachydiagonalen und basischen Flächen. BP + M + B + b.

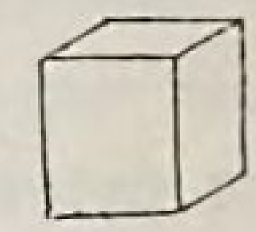


Fig. 1026. Die makrodiagonalen, brachydiagonalen und basischen Flächen.
M + B + b.

Zuschärfung der Randkanten führt zur Bildung spitzerer orthorhombischer Oktaeder; Zuschärfung der Gipfelkanten oder Zuspitzung der Gipfel- oder der Randecken von den Flächen aus bringt verschiedene orthorhombische Oktaeder mit anderen Axenverhältnissen hervor. Combinationen, in welchen die Flächen von dergleichen orthorhombischen Oktaedern vorkommen, stellen die Fig. 1027 und 1028 dar.

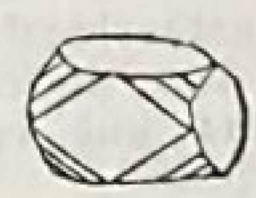


Fig. 1027. Die Flächen dreier verschiedener orthorhombischer Oktaeder, combinirt mit den makrodiagonalen, brachydiagonalen und basischen Flächen.
RO + RO + RO + M + B + b.



Fig. 1028. Die Flächen dreier verschiedener orthorhombischer Oktaeder und dreier orthorhombischer Prismen mit zweien brachydiagonalen Prismen und den basischen Flächen.
RO + RO + RO + OP + OP + OP + BP + BP + b.

Hemiedrische Formen sind im orthorhombischen Systeme sehr selten. Regelmäßige Gruppirungen kommen dagegen in sehr ausgezeichneter Weise vor. Zu den einfachsten derselben gehören diejenigen, bei welchen zwei orthorhombische Prismen so durch einander gewachsen erscheinen, daß sie ein rechtwinkliges Kreuz mit mehr oder weniger ausgedehnten Armen darstellen, wie solche beim Staurolith vorkommen. Häufiger sind orthorhombische Prismen der Länge nach vereinigt und zwar mitunter zu zweien, welche sich nur mit einer Kante berühren, während die einspringenden Winkel zwischen ihnen sich mit Xllmasse ausgefüllt haben, so daß die Gruppen sechsseitige Prismen nachahmen (Fig. 1029). Oder es sind drei solche Prismen mit Flächen vereinigt und stellen auf diese Weise ebenfalls eine Art sechsseitiger Prismen dar (Fig. 1030). Das dritte Individuum scheint aber dabei oft nicht einfach, sondern aus vielen kleineren solchen zusammengewachsen zu sein, indem man mitunter deutliche Spuren einer derartigen Zusammenfügung und besonders einspringende

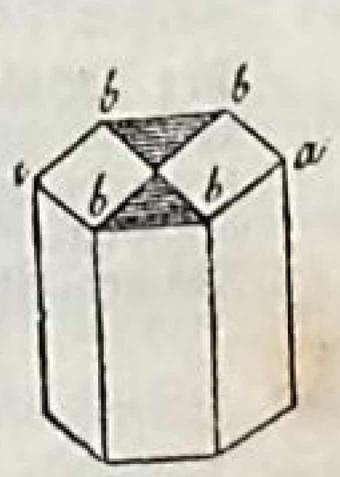
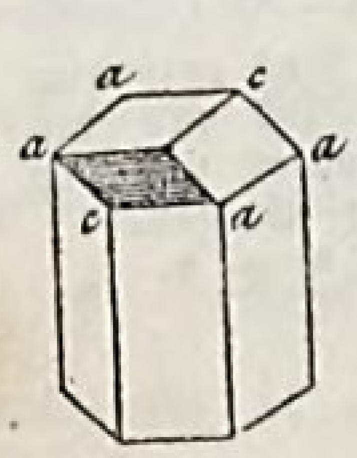
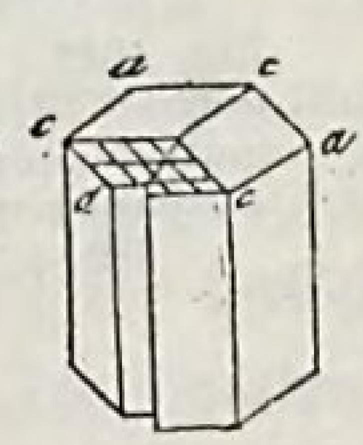


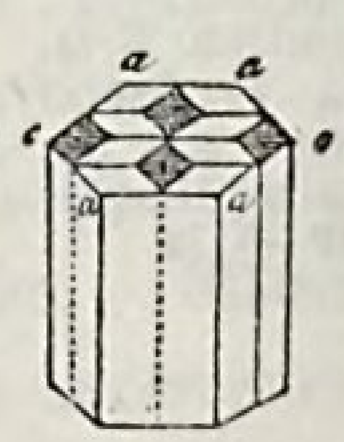
Fig. 1029.



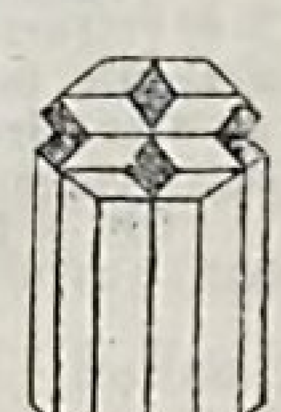
1030.



1031.



1032.



1033.

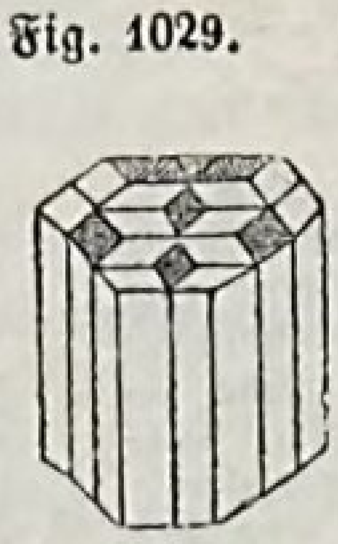
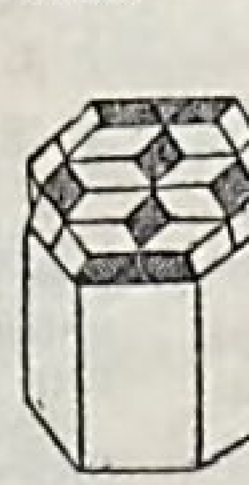
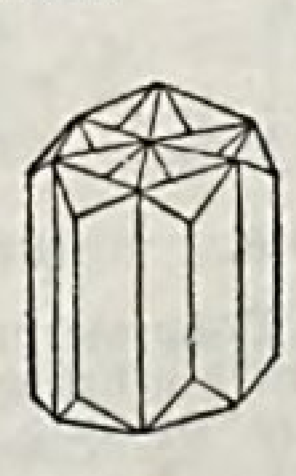


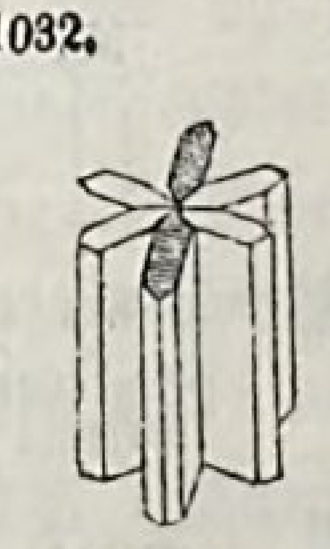
Fig. 1034.



1035.



1036.



1037.



1038.

Fig. 1029—1038. Gruppirungen von Xllen des orthorhombischen Systems.

Winkel anstatt einer Kante bemerkt (Fig. 1031). Auch noch weit complicirtere Zusammensetzungen von orthorhombischen Prismen kommen vor (Fig. 1032—1035). Die Individuen endigen nicht immer mit basischen Flächen, sondern auch wohl mit den Domenflächen eines horizontalen Primas (Fig. 1036). In anderen Fällen fügen sich Individuen, welche außer den Flächen des orthorhombischen Prismas auch noch die diagonale und basische Fläche besitzen mit den ersteren Prismenflächen um eine gemeinsame Axe zusammen, und dabei sind bald alle gleich groß (Fig. 1037), oder es findet eine höchst regelmäßige Verschiedenheit in dieser Hinsicht statt (Fig. 1038).

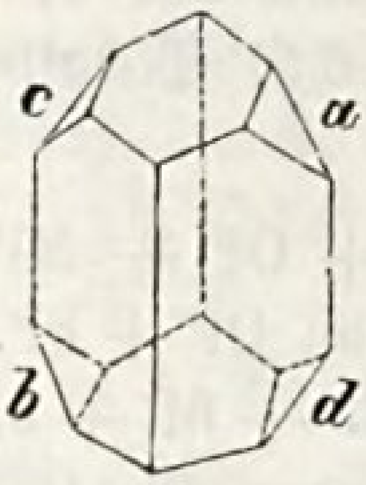


Fig. 1039.
Ein orthorhombisches Prisma des Topases mit domatischen Flächen, deren je zwei diametral gegenüberliegende senkrecht auf einer der beiden optischen Axen liegen, während die Hauptaxe den Prismenkanten parallel ist.

Die Xlle des orthorhombischen Systemes besitzen alle doppelte Strahlenbrechung, jedoch ist bei ihnen nicht nur eine optische Axe vorhanden, sondern es finden sich stets deren zwei. Diese Richtungen, in welchen die einfache Brechung des Lichtes stattfindet, stimmen nicht mit Xllaxen überein, sondern es bilden dieselben, auf ihren Wegen im Xlle sich schneidend, einen Winkel, welcher von einer der Xllaxen halbirt wird. Um die einfache Brechung zu beobachten, muß man daher domatische Flächen (Fig. 1039) wählen, und, wo die entsprechenden fehlen, solche durch Schleifung hervorbringen. * Die ungleichartigen Flächen zeigen oft einen verschiedenartigen Glanz, durch welchen sich ihre Ungleichartigkeit verräth, wenn sie übrigens kein Merkmal derselben darbieten. Besonders häufig unterscheiden sich in dieser Beziehung die M-Flächen und die B-Flächen, sowie die b-Flächen.

Uebersicht der orthorhombischen Mineralxlle.

Erste Reihe: Prismatisch spaltbare.

Zweite Reihe: Diagonal spaltbare.

Erste Reihe.

Prismatisch spaltbare orthorhombische Mineralxlle.

a. Elementarstoffe.

1. **Schwefel.** Xllf. RO; RO + b; RO + RO; RO + OP; RO + BP; RO + M; RO + RO + b; RO + RO + BP + b; RO + RO + BP + B + b. Spltb. parallel

* Wie man mit Hülfe des Turmalinapparates (s. Anmerkung Seite 1116) die Verhältnisse der Strahlenbrechung bestimmen und darnach entscheiden kann, ob ein Mineral dem isometrischen Systeme oder einem Systeme mit ungleichartigen Axen angehöre, so hat man in jenem Apparate auch ein Mittel, weiter zu entscheiden, ob das Xllsystem eines Minerals einem der durch eine optische Axe charakterisirten Systeme (dem quadratischen oder hexagonalen), oder einem der durch zwei optische Axen charakterisirten Systeme (dem orthorhombischen, klinorhombischen und klinorhomboidischen) angehöre. Macht man nämlich ein Plättchen von dem betreffenden Minerale, welches basische Flächen besitzt, so erscheint, wenn man dieses Plättchen in den dunkel gestellten Turmalinapparat bringt, bei Mineralien der ersteren Systeme mit einer optischen Axe im Turmalinapparate ein Lichtschein mit concentrischen, kreisförmigen, farbigen Ringen, welche von einem dunkeln Kreuze durchschnitten sind (Fig. 1040). Um das Kreuz zu sehen, muß man die Plättchen bei manchen Mineralien, wie z. B. beim Quarze, außerordentlich dünn schleifen. Mineralien der Systeme mit zweien optischen Axen zeigen, und zwar erst, wenn man die Platte unter dem der Abweichung der beiden optischen Axen von der Hauptaxe der Xllisation entsprechenden Winkel neigt, sowohl auf der einen, als auf der andern Seite einen Lichtschein elliptischer farbiger Ringe, welche nur von einem dunkeln Striche durchzogen sind (Fig. 1041). Die beiden Richtungen, in welchen man einen solchen Lichtschein wahrnimmt, sind die optischen Axen selbst. Bei einigen Mineralien erscheinen die elliptischen Ringe nicht von einem Striche, sondern von zweien, sich gegenüberliegenden Hyperbeln durchzogen.



Fig. 1040.
Verhalten der optischen Axe des quadratischen und hexagonalen Systems im Turmalinapparate.

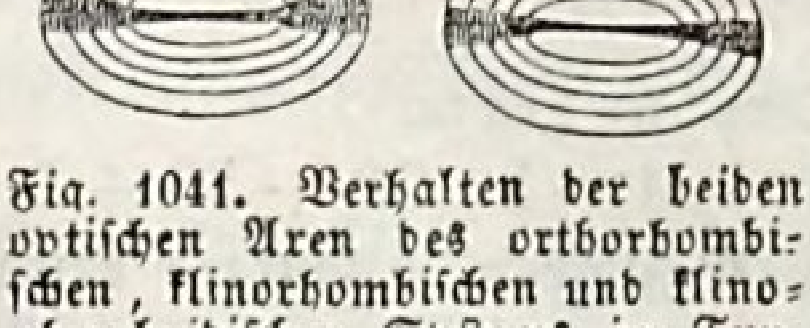


Fig. 1041. Verhalten der beiden optischen Axen des orthorhombischen, klinorhombischen und klinorhomboidischen Systems im Turmalinapparate.

den RO-Flächen und den OP-Flächen. — H. = 2. Br. muschlig — uneben; sehr spröde und zerbrechlich. — D. = 2. Fettglanz, oft demantartig; pellucid; char. Farbe: schwefelgelb. In der Hand erwärmt, knistert der Schwefel, indem seine Axen sich verschiedenartig ausdehnen und Risse in der Masse erzeugt werden. Gerieben wird er negativ elektrisch. — Subst. = S. — Der Schwefel xllisirt aus dem Schmelzflusse klinorhombisch.

b. Sulfide.

2. Kupferglanz. Xllf. RO + OP + BP + B + b; RO + BP (einem hexagonalen Dodekaeder sehr täuschend ähnlich); RO + RO + OP + BP + B + b; OP + B + b. Spltb. vollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 2—3. Br. muschlig — uneben; sehr milde. D. = 5,6. Metallglanz; opak; char. Farbe: schwärzlich bleigrau — Subst. = $\acute{\bar{Cu}}$.

3. Wismuthglanz. Xllf. RO + OP + MP + B + b. Spltb. parallel den OP- und B-Flächen. — H. = 2. Br. unvollkommen muschlig; milde. D. = 6,5. Metallglanz; opak; char. Farbe: lichtbleigrau. — Subst. = $\acute{\bar{Bi}}$.

4. Strahlkies (Wasserkies. Kammkies. Speerkies). Xllf. RO; RO + OP + MP + BP + b; RO + OP + b; OP + MP + BP + BP + b; OP + BP + b; OP + BP. Zwillinge und Gruppirungen; besonders von Individuen der Form OP + BP + BP + b, zusammengefügt mit OP-Flächen und zur Ausfüllung des dadurch entstehenden Winkels verzerrt. Spltb. parallel den OP-Flächen. — H. = 6. Br. uneben; spröde. D. = 4,7. Metallglanz; opak; char. Farbe: graulich- oder grünlich-speisgelb. Subst. = $\ddot{Fe}$. Das Eisenbisulfid (Doppeltschwefeleisen) xllisirt als Eisenkies im isometrischen Systeme.

c. Arsenide.

5. Kupfernickel. Xllf. OP? Spltb. parallel den OP-Flächen? — H. = 5. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 7,6. Metallglanz; opak; char. Farbe: lichtkupferroth. Subst. = Ni As.

d. Antimonide.

6. Antimonsilber. Xllf. RO + OP + BP + B; RO + RO + OP + BP + B + b; OP + BP + B; OP + B + b. Spltb. parallel den BP- und b-Flächen deutlich, unvollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben; spröde. D. = 9,6. Metallglanz; opak. — Subst. = Ag^3 Sb.

e. Oxyde.

7. Arsenikblüthe. Xllf. OP nebst andern wenig deutlichen Flächen. Spltb. parallel den OP-Flächen. — H. = 2—3. Br. muschlig; milde. D. = 3,7. Demantartiger Glasglanz; pellucid; char. Farbe: weiß. — Subst. $\ddot{\bar{As}}$. Die arsenige Säure xllisirt durch Sublimation isometrisch. Dieselbe ist bekannt als eines der gefährlichsten Gifte.

8. Antimonblüthe. Xllf. RO + OP + BP + B; OP + BP + B. Spltb. sehr vollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 2—3. Br. kleinmuschlig — uneben; milde. D. = 5,6. Perlmutterartiger Demantglanz; pellucid; char. Farbe: weiß. — Subst. = $\ddot{\bar{Sb}}$. Das Antimonoxyd xllisirt durch Sublimation im isometrischen Systeme.

f. Oxydhydrate.

9. Diaspor. Xllf. OP + b. Spltb. parallel den OP-Flächen, vollkommen makrodiagonal, minder vollkommen brachydiagonal. — H. = 6. Br. uneben — splittrig; spröde. D. = 3,4. Fettartiger Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\ddot{\bar{Al}}$ $\dot{H}$.

10. Brauneisenstein. Xllf. OP? Spltb. parallel den OP-Flächen? — H. = 5—6. Br.?; spröde. D. = 3,7. Demantartiger Glasglanz; opak; char. Farbe: braun. — Subst. = $\ddot{\bar{Fe}}^2$ $\dot{H}^3$.

g. Chlorid-Oxydhydrate.

11. Atakamit. Xllf. RO + RO + OP + M + b; OP + BP + B + b; OP + MP + BP + b; MP + BP. Spltb. parallel den OP-Flächen, besonders deutlich auch parallel den B-Flächen. — H. = 3. Br. uneben — muschlig; wenig spröde. — D. = 4,3. Glasglanz, zuweilen fettartig; char. Farbe: smaragdgrün. — Subst. = Cu Cl + $\dot{\bar{Cu}}$ + 4 $\dot{H}$.

h. Doppelsulfide.

12. Schwarzgüldigerz. Xllf. RO + RO + OP + BP + B + b; RO + BP

+ B + b; OP + B + b; OP + BP + b. Spltb. parallel den B- und BP-Flächen unvollkommen. — H. = 2. Br. muschlig — uneben; milde. D. = 6. Metallglanz; opak; char. Farbe: schwärzlich bleigrau. — Subst. = $\acute{A}g^6\,\dddot{S}b$.

i. Arsenidsulfide.

13. Mispickel. Xllf. RO + OP + BP; RO + OP + MP + BP; OP + MP + BP; OP + BP; OP + MP + b; OP + BP + b; OP + b. Spltb. parallel den OP-Flächen; spurenweise nach den b-Flächen. — H. = 5–6. Br. uneben; spröde. D. = 6,1. Metallglanz; opak; char. Farbe: zinnweiß. — Subst. = $\ddot{F}e$ + Fe As^2.

k. Sauerstoffsalze.

14. Thenardit. Xllf. RO + OP + b; RO + b; RO. Spltb. parallel den OP- und b-Flächen. — H. = 2. Br. muschlig; spröde. D. = 2,7. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{N}a\,\dddot{S}$.

15. Bleivitriol. Xllf. RO + OP + MP + BP + M + B; RO + MP + BP + M + B; MP + BP + M; MP + BP. Spltb. parallel den MP-, besonders den BP-Flächen. — H. = 3. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 6,3. Demantglanz oft fettartig; pellucid; char. Farbe: weiß. — Subst. = $\dot{P}b\,\dddot{S}$.

16. Kalisalpeter. Xllf. OP + B. „Künstliche" Xllisationen OP + BP + B; OP + BP + BP + B. Spltb. unvollkommen nach den OP-Flächen. H. = 2. Br. muschlig; milde. D. = 2. Glasglanz; pellucid. Geschmack salzig, kühlend. — Subst. = $\dot{K}\,\ddot{\ddot{N}}$.

17. Witherit. Xllf. RO + OP + BP + B + b; RO + OP + BP + B; OP + BP + B. Spltb. unvollkommen parallel den OP- und den B-Flächen. — H. = 3. Br. uneben; spröde. D. = 4,3. Glasglanz, auf Bruchflächen Fettglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{B}a\,\ddot{C}$. Eines der heftigsten Gifte für alle warmblütigen Thiere.

18. Strontianit. Xllf. RO + OP + BP; RO + RO + OP + B; RO + RO + OP + BP + BP + B; OP + P. Gruppirungen, denen des Arragonites ähnlich. Spltb. ziemlich vollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 3,6. Glasglanz, auf Bruchflächen Fettglanz; pellucid. Durch Erwärmung phosphorescirend. — Subst. = $\dot{S}r\,\ddot{C}$.

19. Bleispath. Xllf. RO + BP (einem hexagonalen Dodekaeder mit horizontal gelegter Hauptaxe sehr ähnlich); RO + OP + BP; RO + OP + BP + B; RO + OP + OP + B; RO + OP + OP + BP + BP + B; RO + OP + BP + BP + B; RO + OP + OP + MP + BP + BP + BP + M + B. Spltb. parallel den OP- und gewissen BP-Flächen. — H. = 3–4. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 6,5. Demantglanz, bald fett-, bald metallartig; pellucid. — Subst. = $\dot{P}b\,\ddot{C}$.

20. Yttrotantalit. Xllf. OP + b. Spltb. sehr unvollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 5–6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5,6. Metallischer Fettglanz; pellucid — opak; char. Farbe: bräunlich schwarz. — Subst. = $(\dot{Y}, \dot{C}a, \dot{F}e)^3\,(\dddot{T}a, \dddot{W}, \dddot{U})$.

21. Andalusit (Chiastolith). Xllf. RO + OP + b; RO + OP + M + b; OP + BP + b; OP + MP + b. Höchst seltsame Gruppirungen von verzerrten Individuen, deren vier zusammen ein regelmäßiges orthorhombisches Prisma darstellen, in dessen Axe und in dessen vier Ecken je ein orthorhombisch-prismatischer Raum bleibt, welcher mit der Masse des umgebenden Gesteins (Thonschiefer) ausgefüllt ist. Auf dem Querschnitte entsteht so eine X-förmige, dem griechischen Buchstaben Chi einigermaßen ähnliche Zeichnung (Chiastolith) (Fig. 1042). Spltb. parallel den OP-Flächen. — H. = 6. Br. uneben — splittrig; spröde. D. = 3. Glasartiger Fettglanz, meistens sehr gering; pellucid. — Subst. = $\dddot{A}l\,\ddot{S}i^3$.



Fig. 1042. Gruppirung des Andalusits („Chiastolith").

22. Staurolith. Xllf. OP + b; OP + B + b; OP + MP + B + b. Zwillinge von der Form OP + b oder OP + B + b kreuzweise durcheinander gewachsen (Fig. 1043). Spltb. parallel den B-Flächen, noch vollkommener parallel den OP-Flächen. — H. = 7. Br. uneben — muschlig; spröde. Fettartiger Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dddot{A}l$, $\dddot{F}e$, $\ddot{S}i$ in noch nicht genauer bekannter Verbindungsweise.

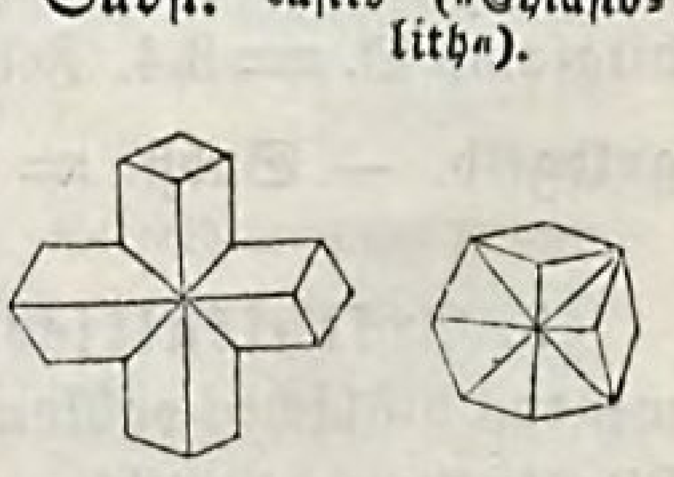


Fig. 1043. Kreuzförmige Zwillinge des Stauroliths.

23. Zinkglas. Xllf. RO + OP + MP + B; OP + MP; OP + MP + M; OP + BP + M; OP + M + $\frac{1}{+2}$ RO + $\frac{1}{+2}$ RO′ + $\frac{1}{+2}$ MP (polarhemiedrisch). Spltb. vollkommen parallel den OP-Flächen. — H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 3,4. Glasglanz, oft perlmutter- oder demantartig. Durch Erwärmung ausgezeichnet polar-elektrisch, dabei aber, wie obige Xllf. zeigen, nicht immer polarhemiedrisch. Durch Reibung phosphorescirend. — Subst. = $2\,\dot{\mathrm{Zn}}^3\,\dddot{\mathrm{Si}} + 3\,\dot{\mathrm{H}}$.

l. Fluoridsalze.

24. Topas. Xllf. RO + OP + OP; RO + OP + OP + BP + b; RO + OP + OP + BP; RO + RO + OP + OP + BP + b; RO + RO + OP + OP + BP + BP + b; RO + OP + OP + BP + BP; RO + RO + RO + OP + BP + b. Die Flächen OP meistens parallel den Prismenkanten gereift. Spltb. parallel den OP-Flächen äußerst gering, deutlicher parallel den BP- und b-Flächen. — H. = 8. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,5. Glasglanz; pellucid. — In Bruchstücken oder in gepulvertem Zustande erwärmt mit blaulichem, gelblichem oder grünlichem Scheine phosphorescirend. Durch Reiben oder Druck elektrisch, durch Erwärmung polarisch elektrisch werdend. — Subst. = $2\,\mathrm{Al}\,\mathrm{Fl}^3 + 5\,\dddot{\mathrm{Al}}\,\dddot{\mathrm{Si}}$.

25. Wawellit. Xllf. OP + MP + b; OP + MP + B. Spltb. parallel den OP- und den B-Flächen. — H. = 3—4. Br. nicht zu beobachten; spröde. D. = 2,3. Glasglanz, perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $\mathrm{Al}\,\mathrm{Fl}^3 + 3\,(\dddot{\mathrm{Al}}^4\,\dddot{\mathrm{P}}^3 + 18\,\mathrm{H})$.

m. Doppelsalze.

26. Skorodit. Xllf. RO + b; RO + M + B; RO + B + OP; RO + OP + BP + M + b; RO + OP + BP + M + B + b. Spltb. parallel den OP-Flächen und brachydiagonal. — H. = 4. Br. uneben; wenig spröde. D. = 3,2. Glasglanz, pellucid; char. Farbe: schwärzlich lauchgrün. — Subst. = $\dot{\mathrm{Fe}}^2\,\dddot{\mathrm{As}} + 2\,\dddot{\mathrm{Fe}}\,\dddot{\mathrm{As}} + 12\,\dot{\mathrm{H}}$.

27. Prehnit. Xllf. RO + OP + B + b; OP + B + b; OP + M + B + b; OP + BP + b; M + B + b. Spltb. parallel den OP-Flächen, undeutlich nach den Diagonalen. — H. = 6. Br. uneben; spröde. D. = 2,9. Glasglanz, zuweilen perlmutterartig; pellucid. Durch Erwärmen wird der Prehnit polarisch elektrisch, eine Eigenthümlichkeit, welche bei diesem Minerale nicht von Polarhemiedrie der Xllisationen begleitet ist. — Subst. = $\dot{\mathrm{Ca}}^2\,\dddot{\mathrm{Si}} + \dddot{\mathrm{Al}}\,\dddot{\mathrm{Si}} + \dot{\mathrm{H}}$.

28. Cordierit (Dichroit). Xllf. RO + OP + OP + BP + M + B + b; OP + B + b; OP + OP + B + M + b. Spltb. unvollkommen parallel den OP- und den diagonalen Flächen. — H. = 7. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 2,6. Glasglanz; pellucid. Dichroismus: parallel der Hauptaxe blau, senkrecht gegen dieselbe bräunlich grau. — Subst. = $2\,(\dot{\mathrm{Mg}}, \dot{\mathrm{Fe}})^3\,\dddot{\mathrm{Si}} + 5\,\dddot{\mathrm{Al}}\,\dddot{\mathrm{Si}}$.

Zweite Reihe.

Diagonal spaltbare orthorhombische Mineralxlle.

a. Sulfide.

1. Antimonglanz. Xllf. RO + OP; RO + OP + B; RO + RO + OP + B; RO + RO + RO + OP + B. Spltb. sehr vollkommen brachydiagonal, unvollkommen makrodiagonal. — H. = 2. Br. uneben körnig; milde. D. = 4,6. Metallglanz; opak; char. Farbe: Bleigrau ins Stahlgraue. — Subst. = $\dddot{\mathrm{Sb}}$.

2. Auripigment. Xllf. OP + MP; OP + MP + B; OP + MP + BP. Spltb. sehr vollkommen nach den B-Flächen. — H. = 2. Br. uneben; milde; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 3,4. Fettglanz, oft metallischer Perlmutterglanz; fast opak; char. Farbe: goldgelb. — Subst. = $\dddot{\mathrm{As}}$.

b. Arsenide.

3. Arsenikalkies. Xllf. OP + MP. Spltb. parallel den äußerlich nicht vorkommenden b-Flächen vollkommen, nach den OP- und den auch äußerlich noch nicht beobachteten BP-Flächen undeutlich. — H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 7,2. Metallglanz; opak; char. Farbe: silbergrau. — Subst. = $\mathrm{Fe}\,\mathrm{As}^2$.

c. Telluride.

4. **Schrifttellur.** Xllf. RO + RO + OP + BP. Spltb. diagonal, besonders brachydiagonal sehr vollkommen. — H. = 1—2. Br. uneben; milde. D. = 8,2. Metallglanz; opak; char. Farbe: stahlgrau. — Subst. = $Ag\,Te + Au\,Te^3$.

d. Oxyde.

5. **Brookit.** Xllf. RO + RO + RO + RO + OP + BP + M + B. Spltb. parallel den B-Flächen. — H. = 5—6. Br. nicht zu beobachten; spröde. D. = 4,2. Metallartiger Demantglanz; pellucid; char. Farbe: haarbraun. — Subst. = $\ddot{Ti}$. Die Titansäure kommt quadratisch xllisirt in zwei verschiedenen Xllreihen vor, als Anatas und als Rutil.

6. **Pyrolusit.** Xllf. OP + BP + M + b; OP + BP + M + B + b. Spltb. parallel den OP-Flächen und besonders den B-Flächen ziemlich vollkommen. — H. = 2. Br. uneben; spröde. D. = 4,9. Metallglanz; opak; char. Farbe: eisengrau. — Subst. $\ddot{Mn}$.

e. Oxydhydrate.

7. **Göthit.** Xllf. RO + OP + OP + BP + B + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den B-Flächen. — H. = 4—5. Br. unvollkommen muschlig; spröde. D. = 4. Demantartiger Fettglanz; pellucid; char. Farbe: röthlichbraun. — Subst. = $\dddot{\bar{Fe}}\,\dot{\bar{H}}$.

8. **Manganit.** Xllf. RO + RO + RO + OP + OP + OP + BP; OP + OP + MP; OP + OP + b; OP + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den äußerlich nicht vorkommenden B-Flächen; minder deutlich nach OP-Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben; spröde. D. = 4,3. Metallglanz; opak; char. Farbe: eisenschwarz. — Subst. = $\dddot{\bar{Mn}}\,\dot{\bar{H}}$.

f. Quadrupelsulfide.

9. **Bournonit.** Xllf. RO + RO + OP + OP + MP + BP + BP + BP + M + B + b; OP + BP + M + B + b; MP + M + B + b; BP + M + B + b; M + B + b. Spltb. unvollkommen parallel den M- und besonders den B-Flächen. — H. = 2—3. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 5,8. Metallglanz; opak; char. Farbe: eisenschwarz — stahlgrau. — Subst. = $\dot{\bar{Cu}}^3\,\dddot{\bar{Sb}} + 2\,\dot{Pb}^3\,\dddot{\bar{Sb}}$.

g. Salze.

10. **Schwefelsaures Kali.** Xllf. OP + BP + B. „Künstliche" Xllisationen ähnlich denen des Bleispathes. Spltb. unvollkommen parallel den Diagonalen. — H. = 2—3. Br. muschlig — uneben; wenig spröde. D. = 1,7. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{K}\,\dddot{S}$.

11. **Schwerspath.** Xllf. Man kennt gegen 80, zum Theil sehr complicirte, Combinationen. Von diesen sind die wichtigsten die folgenden. RO + OP + BP + b; RO + OP + MP + BP + B + b; OP + b; OP + MP + b; OP + MP; OP + BP + b; OP + BP; OP + MP + BP + b; MP + BP + b; MP + MP + BP + b; OP + B + b; OP + M + B + b; OP + M + b; OP + MP + BP + B + b; OP + MP + BP + M + B + b; OP + MP + MP + B + b; OP + MP + BP + M. Oft sogenannte hahnenkammförmige Gruppirungen vieler Individuen von der Form OP + MP + B + b oder ähnlichen Combinationen nach den b-Flächen tafelförmig ausgedehnt, nicht selten sehr dünnblätterig, um eine gemeinsame Axe nach den MP-Flächen fächerförmig zusammengestellt (Fig. 1044). Spltb. vollkommen parallel den OP-Flächen und besonders den b-Flächen. — H. = 3. Br. unvollkommen muschlig; spröde. D. = 4,4. Glasglanz, oft fettartig; pellucid. Das durch die b-Flächen fallende Licht bildet ein vierstrahliges schiefwinkliges Kreuz, dessen Kreuzungswinkel den Richtungen der OP-Flächen entsprechen.* Durch Insolation und Erwärmung werden manche Varietäten phosphorescirend. — Subst. = $\dot{Ba}\,\dddot{S}$.

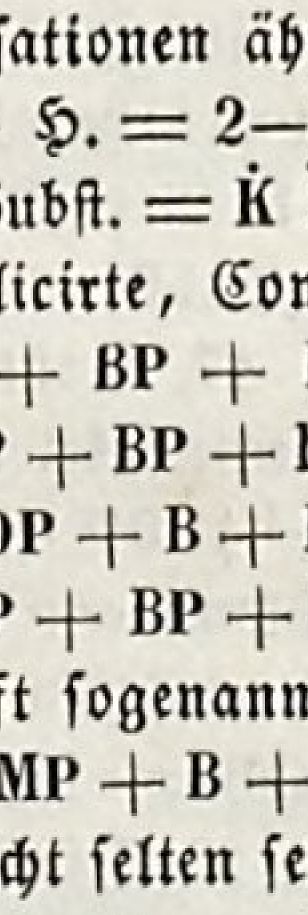


Fig. 1041. Hahnenkammförmige Gruppirung des Schwerspathes.

* Die Erscheinung derartiger Lichtkreuze oder Sterne, deren schon beim Korund erwähnt wurde, beruht auf der Reflexion der Lichtstrahlen durch die Blätterdurchgänge. Sieht man durch eine Glasplatte, auf welcher parallele Linien gezogen sind (Fig. 1045), gegen eine Lichtflamme, so bemerkt man einen Lichtstreifen jederseits von der Flamme, welcher rechtwinklig die Linien kreuzt. Hat man ein doppeltes Liniensystem, von welchem das erste das andere rechtwinklig kreuzt, so sieht man ein Lichtkreuz, welches rechtwinklig ist. Fügt man ein drittes Liniensystem hinzu, welches beide früheren gleichwinklig

12. Cölestin. Xllf. RO + OP + MP + BP + b; OP + BP + b; OP + BP; OP + MP + BP + b. Spltb. vollkommen parallel den b=Flächen, weniger deutlich nach den OP= und den diagonalen Flächen. — H. = 3. Br. unvollkommen muschlig — uneben; spröde. Glasglanz, fettartig oder perlmutterartig; pellucid. Durch Erwärmung phosphorescirend. — Subst. = $\dot{Sr}\,\dddot{S}$.

13. Anhydrit. Xllf. RO + OP + M + B + b; RO + RO + RO + M + B + b (Fig. 1027); OP + b; M + B + b. Spltb. parallel den M= und B=, weniger auch nach den b=Flächen. H. = 3. Br. unvollkommen muschlig — uneben; spröde. D. = 2,8. Glasglanz, auf den b=Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Ca}\,\dddot{S}$.

14. Arragonit. Xllf. RO + OP + BP + B; RO + RO + OP + BP + B; RO + OP + BP + BP + B; OP + BP + B. Sehr häufig sind Gruppirungen von Formen, in welchen die OP=Flächen vorwalten, zu drei= oder sechsseitigen Prismen oder von Formen mit vorwaltenden B=Flächen sternförmig um eine Axe gestellt (Fig. 1030—1038). Spltb. sehr deutlich brachydiagonal, weniger deutlich nach den OP= und gewissen BP=Flächen. — H. = 4. Br. unvollkommen muschlig — uneben; spröde. D. = 2,9. Glasglanz; pellucid. Gepulvert auf einem Blech erhitzt phosphorescirend. — Subst. = $\dot{Ca}\,\ddot{C}$. — Der kohlensaure Kalk bildet hexagonal xllisirt den Kalkspath. Da die Ursachen des Dimorphismus noch völlig unbekannt sind, so verdient es Bemerkung, daß im Arragonit häufig eine geringe Menge (bis 4%) kohlensauren Strontians oder kohlensauren Bleioxydes gefunden worden ist, was besonders dadurch wichtig wird, daß die Xllisationen dieser beiden Substanzen mit der des Arragonits so gut wie genau übereinstimmen. Das orthorhombische Prisma des kohlensauren Bleioxydes (Bleispath) mißt an den stumpfen Kanten 117° 13′, das des kohlensauren Strontians (Strontianit) 117° 16′, und das des Arragonits 116° 11′ 47″.

15. Chrysolith (Olivin). Xllf. RO + OP + MP + M + B + b; RO + OP + MP + BP + M + B + b; RO + RO + OP + OP + MP + BP + M + B + b; RO + OP + MP + BP + BP + M + B + b; RO + OP + OP + MP + BP + B. Spltb. parallel den M=, besonders aber den B=Flächen. — H. = 6—7. Br. muschlig; spröde. D. = 3,4. Glasglanz, mitunter metallartig; pellucid. — Subst. = $(\dot{Mg}, \dot{Fe})^3\,\dddot{Si}$.

16. Talk. Xllf. OP + B + b. Sehr dünne sechsseitige Blättchen. Spltb. sehr vollkommen parallel den b=Flächen. — H. = 1. Br. nicht wahrnehmbar; mild, aber zähe; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 2,7. Perlmutterglanz; pellucid. Fettig anzufühlen. — Subst. = $(\dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{K})$, $\dddot{Si}$ in noch nicht genauer ermittelter Verbindungsweise.

17. Bittersalz. Xllf. OP + b; Prismen fast quadratisch, indem der stumpfe Prismenkantenwinkel nur 90° 38′ beträgt. Künstlich hat man Xllformen erhalten = RO + OP; RO + OP + MP + M; RO + OP + MP + BP + M. Spltb. parallel den OP=Flächen, vollkommener noch parallel den B=Flächen, welche äußerlich nicht vorkommen. — H. = 2. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 1,7. Glasglanz; pellucid. Geschmack bittersalzig. — Subst. = $\dot{Mg}\,\dddot{S} + 7\dot{H}$.

18. Zinkvitriol. Xllf. RO + OP; RO + OP + B. Spltb. parallel den B=Flächen, minder deutlich parallel den OP=Flächen. — H. = 2. Br. muschlig; spröde. D. = 1,9. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Zn}\,\dddot{S} + 7\dot{H}$.



Fig. 1045.

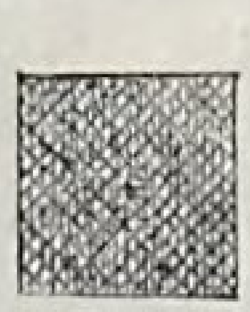


Fig. 1046.

Fig. 1045. Einfaches Liniensystem.

Fig. 1046. Dreifaches Liniensystem.

schneidet (Fig. 1046), so erhält man einen sechsstrahligen Stern. Ein Rahmen von Draht in einer Richtung, oder in zwei oder drei Richtungen mit Fäden bespannt, oder verschiedene Gewebe ergeben dieselben Resultate. Mineralien mit deutlichen Blätterdurchgängen (Spaltungsrichtungen) zeigen solche Erscheinungen, wenn man durch Flächen sieht, welche rechtwinklig auf den Blätterdurchgängen liegen. Im isometrischen Systeme kommen verschiedene Sterne vor, z. B. im trapezoedrischen Granate erhält man auf gewissen Flächen, welche man durch Schleifung hervorbringt, einen sechsstrahligen Stern, auf anderen einen nur vierstrahligen. Im quadratischen Systeme, z. B. beim Idokras, sieht man auf den basischen Flächen ein rechtwinkliges Kreuz; im hexagonalen Systeme, z. B. beim Korund (Sapphir) und Smaragd, einen sechsstrahligen Stern. Jedoch kann man die Erscheinung, welche man den Asterismus nennt, nicht bei allen Mineralien nachweisen, und einige scheinen sie in sehr geringem Grade oder gar nicht zu besitzen, wie der Quarz, vielleicht wegen der geringen Vollkommenheit der Blätterdurchgänge.

19. Libethenit. Xllf. RO + MP + BP; RO + MP + BP + M; MP + BP. Spltb. parallel den M= und den äußerlich nicht vorkommenden B= und b=Flächen. — H. = 3 — 4. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,7. Fettartiger Glasglanz; pellucid; char. Farbe: pistaziengrün. — Subst. = $\dot{C}u^4\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 2\dot{H}$.

h. Doppelsalze.

20. Stilbit. Xllf. RO + M + B; RO + M + B + b. Kreuzförmige Zwillinge selten. Spltb. sehr vollkommen nach den B=, unvollkommen nach den M=Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben; spröde. D. = 2,2. Glasglanz, auf den B=Flächen Perlmutterglanz. — Subst. = $\dot{C}a\ \dddot{S}i + \dddot{A}l\ \dddot{S}i^3 + 6\dot{H}$.

21. Thomsonit. Xllf. OP + BP + M + B; OP + MP + M + B; OP + M + B. Die OP=Flächen meistens parallel den Prismenkanten gereift. Spltb. makro= und brachydiagonal. — H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 2,3. Glasglanz auf den Spaltungsflächen perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $(\dot{C}a, \dot{N}a, \dot{K})^3\ \dddot{S} + 3\dddot{A}l\ \dddot{S}i + 7\dot{H}$.

22. Phillipsit. Xllf. RO + M + B; RO + MP + M + B. Häufig Zwillinge, rechtwinklig makrodiagonal und brachydiagonal sich kreuzend, wie beim Harmotom, oder mit der Hauptaxe sich kreuzend. Spltb. undeutlich nach den M=, deutlich nach den B=Flächen. — H. = 4—5. Br. uneben; spröde. D. = 2,1. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $(\dot{C}a, \dot{K})^3\ \dddot{S}i^2 + 4\dddot{A}l\ \dddot{S}i^2 + 18\dot{H}$.

23. Harmotom. Xllf. RO + M + B; RO + MP + M + B; MP + M + B. Häufig Zwillinge von der Form RO + M + B rechtwinklig kreuzweise durch einander gewachsen, so daß die Hauptaxe die Axe des Kreuzes ist und die B=Flächen die Endflächen der Arme des Kreuzes bilden. Spltb. nach den M=Flächen wenig, nach den B=Flächen sehr deutlich. — H. = 4—5. Br. uneben — unvollkommen muschlig; spröde. D. = 2,4. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $2\ (\dot{B}a, \dot{K})^3\ \dddot{S}i^4 + \dddot{A}l\ \dddot{S}i^2 + 36\dot{H}$

Anhang: „Künstliche" Xlle des orthorhombischen Systems.

Bemerkenswerth sind:

a. Elementarstoffe: Jod; Selen.

b. Salze: Selensaures Natron; selensaures Silberoxyd; schwefelsaures Silberoxyd; ameisensaure Baryterde (Schwerspathxllisation). —

V. Das Klinorhombische System.

Den Xllisationen des klinorhombischen Systems liegt ein Axenkreuz zu Grunde, welches von demjenigen des orthorhombischen Systems sich nur dadurch unterscheidet, daß die Hauptaxe auf einer der beiden Nebenaxen nicht senkrecht, sondern schiefwinklig steht. Die Oktaeder dieses Systems sind daher zwar auch von rhombischem Horizontaldurchschnitte, allein der obere Gipfel steht nicht senkrecht über dem unteren, sondern ein Perpendikel von dem ersteren herabgefällt, würde, mehr oder minder weit von dem letzteren entfernt, die Basis berühren, oder, wenn man die Hauptaxe senkrecht stellt, so liegen die vier Randkanten in einer schiefen Ebene. Man nennt solche Oktaeder (Fig. 1047) klinorhombische Oktaeder (KO). Dieselben können stumpfere oder spitzere Gipfel haben, auch kann man natürlich jede der beiden Axen, welche sich schiefwinklig schneiden, als Hauptaxe ansehen. Die andere kann entweder die längere oder die kürzere Diagonale des rhombischen Horizontaldurchschnittes sein; man nennt sie hier eben „die gegen

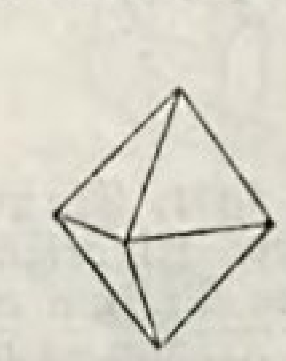


Fig. 1047. Ein klinorhombisches Oktaeder. KO.

die Hauptaxe schief liegende" oder Klinodiagonale, während man die andere als „gerade liegende" oder Orthodiagonale bezeichnet. Durch Abstumpfung der vier gleichartigen Randkanten, parallel der Hauptaxe, erhält man ein schiefes Prisma von rhombischem Horizontaldurchschnitte (Fig. 1048), das klinorhombische Prisma (KP); durch Abstumpfung der Gipfel, welche sich unter einander gleichen, entstehen die basischen Flächen b, welche die Hauptaxe parallel der Klinodiagonale schiefwinklig schneiden und somit in Combination mit dem klinorhombischen Prisma die schiefen Endflächen desselben darstellen. Das klinorhombische Prisma besitzt zwei stumpfe und zwei scharfe Kanten, da aber bald die Klinodiagonale länger ist, bald die Orthodiagonale, so kann jenes Verhältniß keine allgemeine Beziehung zu den Axen verstatten. Man bezeichnet daher lieber einfach die Lage der Kanten, indem man diejenigen, welche durch die Klinodiagonale verbunden werden, als vordere und hintere, die beiden durch die Orthodiagonale verbundenen, als rechte und linke Kante betrachtet. Die Veränderungen, welche diese Kanten betreffen, können natürlich auch nur paarweise vorkommen. Abstumpfung der vorderen und hinteren Kante ergibt ein Paar von Flächen, welche der Orthodiagonale parallel liegen und daher orthodiagonale Flächen (o) genannt werden. Abstumpfung der rechten und linken Kante bringt dagegen Flächen hervor, welche der Klinodiagonale parallel sind und daher klinodiagonale Flächen (k) genannt werden. Da die Klinodiagonale und die Orthodiagonale sich rechtwinklig schneiden, so muß dieses auch bei den klinodiagonalen und orthodiagonalen Flächen der Fall sein, und beide Paare zusammen ergeben daher ein rektanguläres Prisma mit schiefer Hauptaxe (Fig. 1049). Die Zuschärfung der vorderen und hinteren Kante geschieht durch Flächen, welche vereinigt neue klinorhombische Prismen mit kürzerer Klinodiagonale darstellen; ebenso liefert die Zuschärfung der rechten und linken Kante neue klinorhombische Prismen, hier aber mit kürzerer Orthodiagonale.

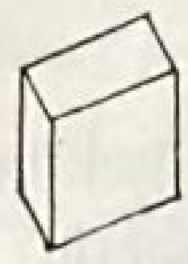


Fig. 1048. Ein klinorhombisches Prisma mit den schiefen Endflächen (basischen Flächen). KP + b.

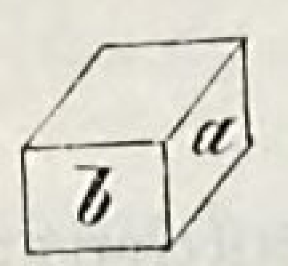


Fig. 1049. Ein rektanguläres Prisma, gebildet aus den orthodiagonalen (b) und den klinodiagonalen (a) Flächen, mit schiefen Endflächen. o + k + b.

Da von den je vier Gipfelkanten des klinorhombischen Oktaeders nur je die zwei seitlichen gleichartig sind, während die vordere und hintere ungleichartig erscheinen, so können vollständige Zuspitzungen an den Gipfeln nicht vorkommen, Abstumpfungen oder Zuschärfungen der Gipfelkanten aber höchstens paarweise auftreten. Abstumpfung der seitlichen Gipfelkanten (Fig. 1050) oder Zuschärfung der Gipfel von diesen Kanten aus, oder Zuschärfung der beiden Seitenecken von denselben Kanten aus, ergeben liegende klinorhombische Prismen (KP'), deren Prismenkanten der Klinodiagonale parallel liegen und deren je zwei Flächen ein oberes und ein unteres Dach oder Doma, hier Klinodoma genannt, darstellen. Combinationen, in denen dergleichen Klinodomen vorkommen, sind die Fig. 1051—1058.

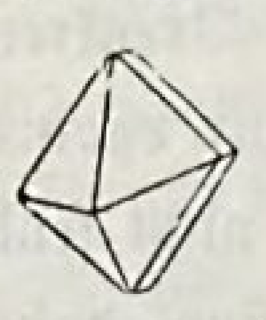


Fig. 1050. Ein klinorhombisches Oktaeder mit abgestumpften seitlichen Gipfelkanten. KO + KP'.



Fig. 1051. Ein aufrechtes klinorhombisches Prisma mit den Flächen eines liegenden klinorhombischen Prismas (Klinodoma) und den basischen Flächen. KP + KP' + b.

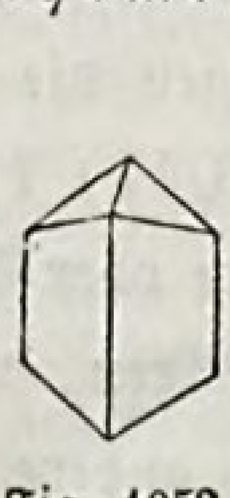


Fig. 1052. Ein klinorhombisches Prisma mit dem Klinodoma. KP + KP'.

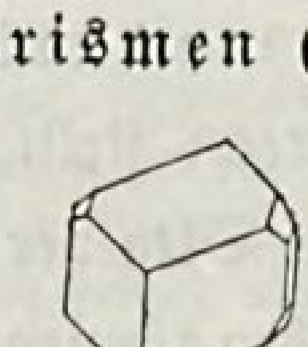


Fig. 1053. Ein klinorhombisches Prisma mit den basischen und den klinodiagonalen Flächen und einem Klinodoma. KP + KP' + b + k.

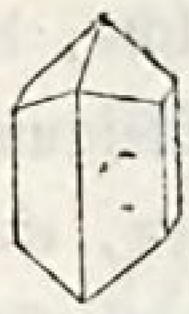
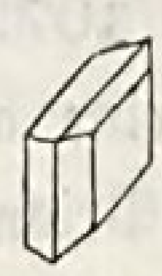



Fig. 1054. Fig. 1055.

Fig. 1054. Ein klinorhombisches Prisma mit den klinodiagonalen Flächen und einem Klinodoma.
KP + KP′ + k.

Fig. 1055. Ein klinorhombisches Prisma mit den klinodiagonalen Flächen und einem Klinodoma.
KP + KP′ + k.

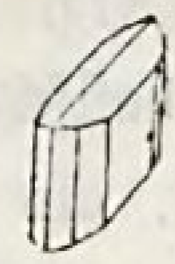


Fig. 1056. Ein klinorhombisches Prisma an der vorderen und hinteren Kante zugeschärft durch ein zweites klinorhombisches Prisma, nebst den klinodiagonalen Flächen und einem Klinodoma.
KP + KP + KP′ + k.

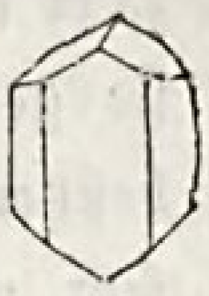


Fig. 1057. Ein klinorhombisches Prisma mit den orthodiagonalen Flächen und einem Klinodoma.
KP + KP′ + o.

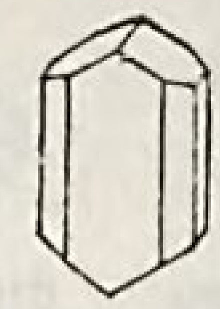


Fig. 1058. Ein klinorhombisches Prisma mit orthodiagonalen und klinodiagonalen Flächen und einem Klinodoma.
KP + KP′ + o + k.

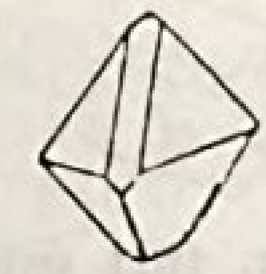


Fig. 1059. Ein klinorhombisches Oktaeder mit vorderem Hemidoma.
KO + Hd.

Die orthodiagonalen Flächen verhalten sich zu diesen liegenden klinorhombischen Prismen wie die basischen Flächen zu den aufrechten klinorhombischen Prismen. Abstumpfung der vorderen (Fig. 1059) oder der hinteren Gipfelkante dagegen, oder einseitige Zuschärfung (schiefe Abstumpfung) der Gipfel oder der vorderen und hinteren Randecke von den genannten Kanten aus ergibt dagegen nur einzelne schiefe Flächen an jeder Axhälfte, gleichsam Halbdächer, welche man hier Hemidomen nennt. Die Hemidomen können vordere (Hd) und hintere (Hd′) sein, je nachdem dieselben an der oberen Axhälfte die vordere oder die hintere Gipfelkante betreffen; an der unteren Axhälfte verhalten sie sich natürlich gerade entgegengesetzt. Combinationen der früher erwähnten Flächen mit Hemidomen sind die Figuren 1060—1070.

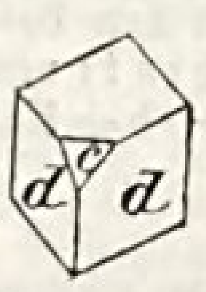
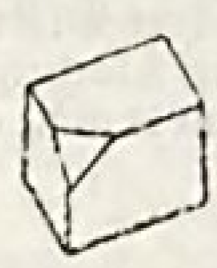



Fig. 1060. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit vorderem Hemidoma (c) und den basischen Flächen.
KP + Hd + b.

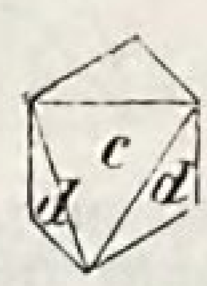


Fig. 1061. Ein klinorhombisches Prisma mit vorderem Hemidoma und den basischen Flächen.
KP + Hd + b.

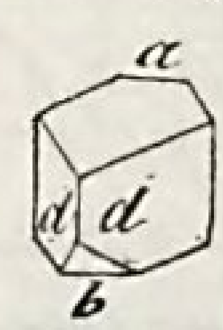
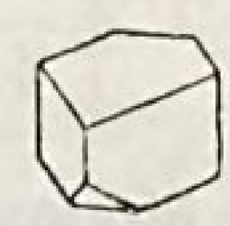



Fig. 1062. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit hinterem Hemidoma (b) und den basischen Flächen (a).
KP + Hd′ + b.

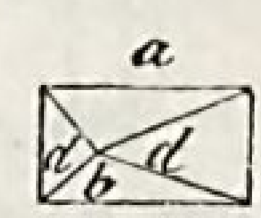


Fig. 1063. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit hinterem Hemidoma (b) und den basischen Flächen (a).
KP + Hd′ + b.

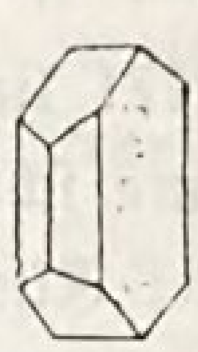


Fig. 1064. Ein klinorhombisches Prisma mit klinodiagonalen und basischen Flächen und hinterem Hemidoma.
KP+k+b+Hd′.

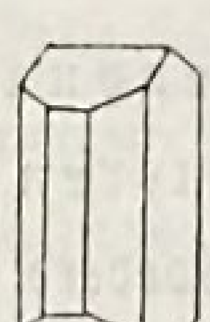


Fig. 1065. Ein klinorhombisches Prisma mit orthodiagonalen, klinodiagonalen und basischen Flächen und hinterem Hemidoma.
KP + o + k + b + Hd′.

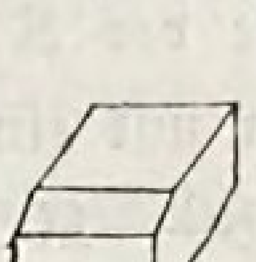


Fig. 1066. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit basischen Flächen und vorderem Hemidoma.
o + k + b + Hd.

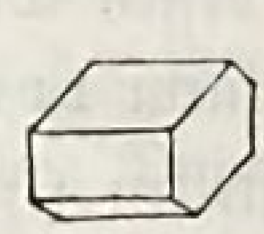


Fig. 1067. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit basischen Flächen und hinterem Hemidoma.
o + k + b + Hd′.

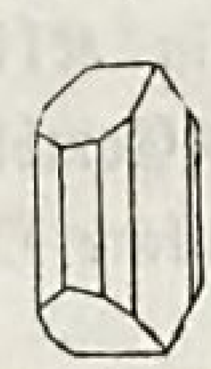


Fig. 1068. Ein klinorhombisches Prisma an der vorderen und hinteren Kante zugeschärft durch ein zweites klinorhombisches Prisma, mit den klinodiagonalen und basischen Flächen, und hinterem Hemidoma.
KP + KP + k + b + Hd′.

Die Kanten, welche das klinorhombische Prisma mit den basischen Flächen hervorbringt, sind nicht alle vier an einem Rande gleichartig, sondern, während die beiden vorderen stumpfwinklig sind, müssen die beiden hinteren scharfwinklig sein. Diese beiden Kantenpaare können daher auch sehr verschiedenartig verändert werden. Die Abstumpfung der beiden vorderen ergibt

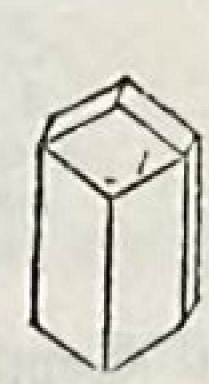


Fig. 1069. Ein klinorhombisches Prisma mit klinodiagonalen Flächen, Klinodoma und vorderem Hemidoma.
KP + KP′ + k + Hd.



Fig. 1070. Ein klinorhombisches Prisma mit klinodiagonalen Flächen, Klinodoma und hinterem Hemidoma.
KP + KP′ + k + Hd′.

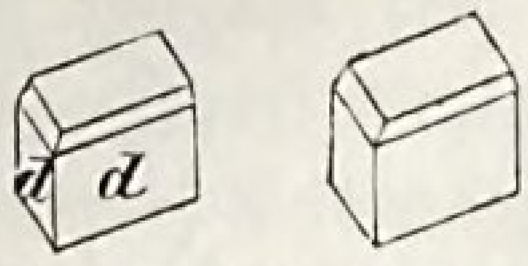


Fig. 1071. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit den basischen Flächen und einem vorderen Klinodoma. KP + b + Kd.

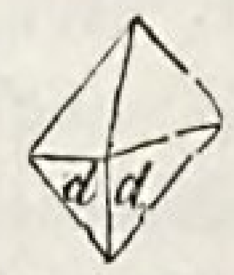


Fig. 1072. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit vorderem Klinodoma. KP + Kd.

zwei Flächen (Fig. 1071 und 1072), welche, da sie gegen die basische Fläche eine andere Neigung besitzen müssen, als gegen die Prismenflächen, eine sehr verschiedene Lage haben können, wenn sie sich schneiden, ein schief nach vorn geneigtes Dach darstellen und somit vordere Klinodomenflächen (Kd) heißen müssen. Dieselben wiederholen sich natürlich an der unteren Axhälfte auf der hinteren Seite. Die Abstumpfung der hinteren Randkanten des mit den basischen Endflächen versehenen klinorhombischen Prismas bringt ebenso (Fig. 1073 und 1074) hintere Klinodomen (Kd′) hervor. Auch die halbflächige (zweiflächige), von den beiden gleichartigen Flächen aus erfolgende Zuspitzung der Gipfel oder der vorderen und hinteren Randecke des klinorhombischen Oktaeders führt zu vorderen oder hinteren, theils stumpferen, theils schärferen Klinodomen. Combinationen von Klinodomen mit den früher erwähnten Flächen sind die Figuren 1075—1079.

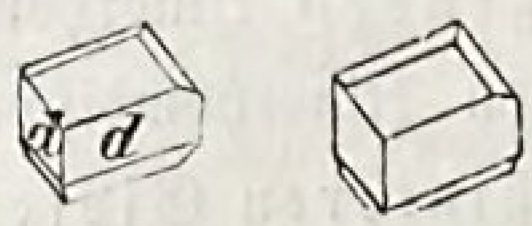


Fig. 1073. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit den basischen Flächen und einem hintereren Klinodoma. KP + b + Kd′.

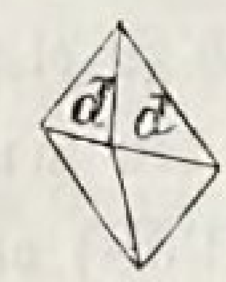


Fig. 1074. Ein klinorhombisches Prisma (dd) mit einem hinteren Klinodoma. KP + Kd′.

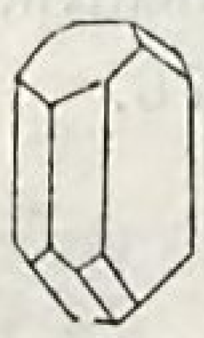


Fig. 1075. Ein klinorhombisches Prisma mit den basischen und den klinodiagonalen Flächen, hinterem Hemidoma und hinterem Klinodoma. KP + k + b + Hd′ + Kd′.

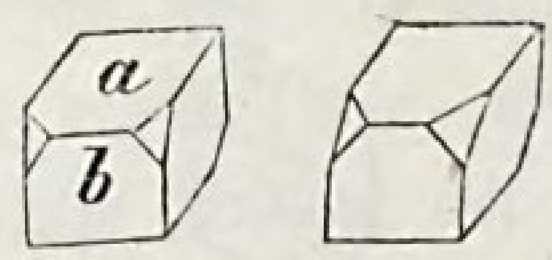


Fig. 1076. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit den basischen Flächen und vorderem Klinodoma. o + k + b + Kd.

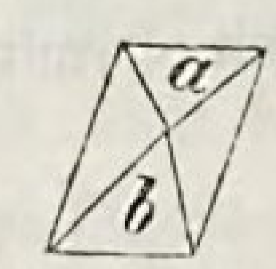


Fig. 1077. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit den basischen Flächen und vorderem Klinodoma. o + k + b + Kd.

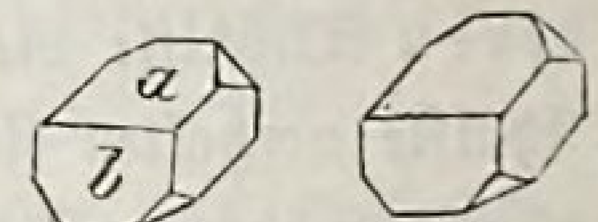


Fig. 1078. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit den basischen Flächen und hinterem Klinodoma. o + k + b + Kd′.



Fig. 1079. Ein schiefes rektanguläres Prisma mit den basischen Flächen und hinterem Klinodoma o + k + b + Kd′.

Ein Klinodoma, dessen Dachkante der Klinodiagonale parallel liegt, kann in Combination mit einem vorderen und einem hinteren Hemidoma schiefe rektanguläre Oktaeder darstellen (Fig. 1080—1083). Vordere und hintere Klinodomen, wenn sie in Combination auftreten, erscheinen selber als Flächen eines klinorhombischen Oktaeders, und man kann auch das ursprüngliche klinorhombische Oktaeder selbst, von welchem wir bei der Ableitung der Formen dieses Systems ausgegangen sind, als eine Combination eines vorderen und eines hinteren Klinodomas betrachten (Fig. 1084—1087).

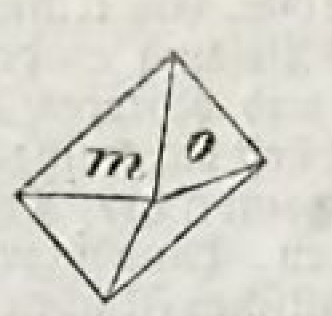


Fig. 1080. Ein schiefes rektanguläres Oktaeder, entstanden aus der Combination eines Klinodomas (o) mit vorderem (m) und hinterem Hemidoma. KP + Hd + Hd′.

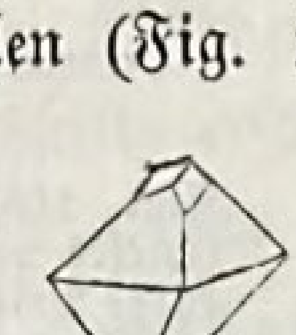
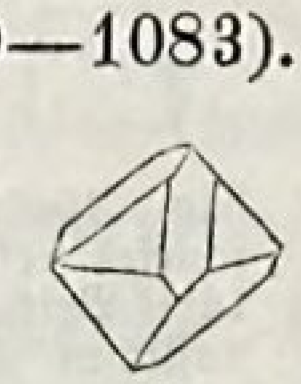


Fig. 1081.



1082.

Fig. 1081. Ein rektanguläres Oktaeder, am Gipfel von den Klinodomenflächen aus zweifach (durch ein stumpferes Klinodoma) zugeschärft. KP′ + KP′ + Hd + Hd′.

Fig. 1082. Ein rektanguläres Oktaeder, dessen vordere Gipfelkanten durch die Flächen eines vorderen Klinodomas abgestumpft sind. KP′ + Hd + Hd′ + Kd.

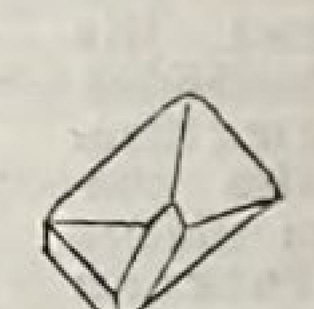


Fig. 1083. Ein rektanguläres Oktaeder, dessen hintere Gipfelkanten durch die Flächen eines hinteren Klinodomas abgestumpft sind. KP′ + Hd + Hd′ + Kd′.

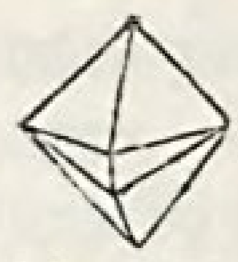


Fig. 1084. Ein klinorhombisches Prisma mit klinorhombischem Oktaeder (vorderem und hinterem Klinodoma). Diese Combination besitzt, in anderer Stellung gedacht, oft täuschende Aehnlichkeit mit einem hexagonalen Dodekaeder. KP + KO (= Kd + Kd').

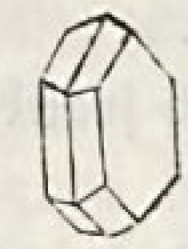


Fig. 1085. Ein klinorhombisches Prisma mit klinorhombischem Oktaeder (Klinodoma und hinterem Klinodoma) nebst klinodiagonalen Flächen. KP + KO (= KP' + Kd') + k.



Fig. 1086. Ein klinorhombisches Oktaeder, mit klinorhombischem Prisma, orthodiagonalen und basischen Flächen und vorderem und hinterem Hemidoma. KO (= Kd + Kd') + KP + o + b + Hd + Hd'.

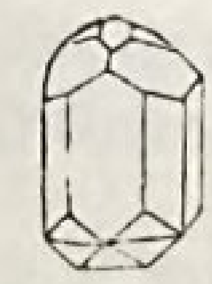


Fig. 1087. Ein klinorhombisches Prisma mit orthodiagonalen und klinodiagonalen Flächen, vorderem und hinterem Klinodoma und hinterem Hemidoma. KP + o + k + Kd + Kd' + Hd'.

Hemiedrieen kommen im klinorhombischen Systeme nicht vor; wohl aber könnte man die vollzähligen Formen dieses Systems möglicher Weise als Hemiedrieen des orthorhombischen Systems ansehen und aus diesem ableiten, wozu obendrein manche Umstände wirklich aufzufordern scheinen. — Stellt man die Hauptaxe der klinorhombischen Xlle senkrecht, so ist der Gegensatz in der Form der beiden Xllhälften, welche vor und hinter der Hauptaxe liegen, auffallend. Sehr bemerkenswerth ist es, daß auf eine noch unerklärbare Weise dieser Gegensatz sich gleichsam ausgeglichen findet durch die regelmäßigste Zwillingsbildung, bei welcher die beiden vereinigten Individuen gerade in entgegengesetzter Lage vereinigt und meistens beide nur zur einen Hälfte ausgebildet sind, so daß ein Körper entsteht, welcher aus zwei gleichartig geformten Hälften besteht (Fig. 1088—1091). Mitunter sind beide Hälften

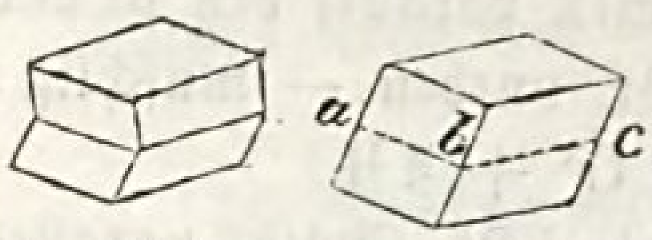


Fig. 1088. Ein Zwilling aus zweien Xllen von der Form KP + b bestehend. Daneben die vollständige Form mit angedeuteter Halbirung, parallel den b-Flächen.

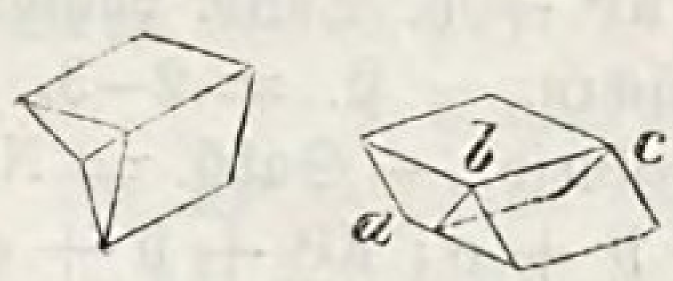


Fig. 1089. Ein Zwilling aus zweien Xllen von der Form KP + b bestehend. Daneben die vollständige Form mit angedeuteter Halbirung, parallel den o-Flächen.

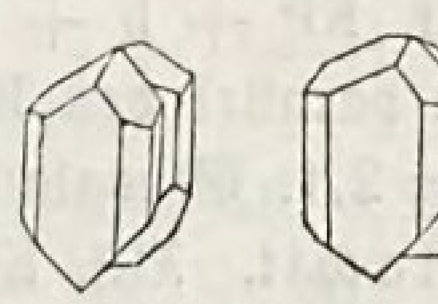


Fig. 1090. Zwillinge von der Form KP + KP' + o + b, zusammengefügt in verkehrter Stellung parallel den o-Flächen.

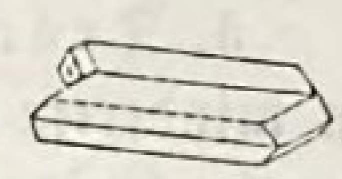


Fig. 1091. Ein Zwilling von der Form KP + KP' + k, zusammengefügt in verkehrter Stellung parallel den o-Flächen.

so genau gleich, daß man meinen könnte, es sei ein vollständiges Individuum halbirt, und die beiden Theile seien in verkehrter Stellung wieder zusammengefügt worden („Hemitropie"). Bisweilen ist die Zusammenfügung der Art, daß gar kein einspringender Winkel die Zwillingsbildung andeutet, und diese Doppelindividuen könnten für vollzählig orthorhombische genommen werden, wenn nicht die polarische Verschiedenheit der beiden Xllenden in diesem Falle dennoch den hemiedrischen oder klinorhombischen Charakter hervortreten ließe (Fig. 1092). Die Zusammenfügungsfläche der Zwillinge ist bald der basischen, bald der orthodiagonalen parallel. Nicht selten trifft man Gruppen von mehreren Individuen, welche auf den ersten Blick ganz regellos zusammengewachsen erscheinen, während sich bei genauerer Untersuchung erweist, daß dennoch eine prismatische, eine basische, eine orthodiagonale, eine klinodiagonale oder eine klino- oder hemidomatische Fläche die Zusammenfügungsebene bildet, mitunter eine Fläche, welche äußerlich an keinem der vereinigten Individuen ausgebildet vorkommt.

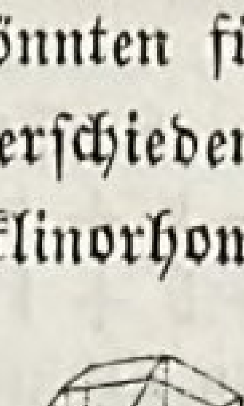


Fig. 1092. Ein Zwilling von der Form KP + KP' + k + Hd', zusammengefügt in verkehrter Stellung parallel den o-Flächen, und so, daß gar kein einspringender Winkel entsteht, welcher die Zwillingsbildung andeuten könnte.

Die Xlle des klinorhombischen Systems besitzen **doppelte Strahlenbrechung und zwei optische Axen.**

Uebersicht der klinorhombischen Mineralxlle.

Erste Reihe: Prismatisch spaltbare.

Zweite Reihe: Diagonal und basisch spaltbare.

Erste Reihe.

Prismatisch spaltbare klinorhombische Mineralxlle.

a. Sulfide.

1. Realgar. Xllf. **KP + KP′ + Kd′ + k + b; KP + KP + KP′ + Kd′ + k + o + b; KP + b.** Spltb. unvollkommen parallel den KP=, deutlicher par. den b=Flächen. — H. = 2. Br. uneben — kleinmuschlig; milde. D. = 3,6. Fettglanz; pellucid; char. Farbe: morgenroth. — Subst. = $\acute{As}$.

b. Sauerstoffsalze.

2. Rothbleierz. Xllf. KO + KP; KP + Kd; KP + Kd + Hd′; KP + Hd′; KP + KP + Kd + Hd′; KP + KP + KP + Kd + Hd′. Spltb. deutlich parallel den KP=, unvollkommen parallel den o= und k=Flächen, welche letztere äußerlich nicht vorkommen. — H. = 3. Br. muschlig — uneben; milde. D. = 6. Demantglanz; pellucid; char. Farbe: morgenroth — hyazinthroth. — Subst. = $\dot{Pb}\,\dddot{Cr}$.

3. Kieselmangan. Xllf. noch nicht beobachtet. Spltb. parallel den KP=Flächen. — H. = 6. Br. uneben — splitterig; spröde. D. = 3,6. Glasglanz, perlmutterartig; pellucid; char. Farbe: rosenroth. — Subst. = $\dot{Mn}^3\,\dddot{Si}^2$.

4. Tinkal. Xllf. KP + Kd′ + Kd′ + b + o; KP + Kd′ + o + b. Spltb. unvollkommen parallel den KP=Flächen und den o= und k=Flächen. — H. = 2. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 1,6. Fettglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Na}\,\dddot{B}^2 + 10\,\dot{H}$.

5. Trona. Xllf. KP + b + Kd; KP + b. Spltb. vollkommen parallel den b= und in minderem Grade parallel den KP=Flächen. — H. = 2—3. Br. uneben — muschlig; wenig spröde. D. = 2,1. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{Na}^2\,\ddot{C}^3 + 4\,\dot{H}$.

6. Kupfermalachit. Xllf. KP + b + o; KP + b + o + KP′. Spltb. parallel den KP= und besonders den b=Flächen. — H. = 3—4. Br. uneben; spröde. D. = 4. Glasglanz, wachsartig; pellucid; char. Farbe: spangrün. — Subst. = $\dot{Cu}\,\ddot{C} + \dot{Cu}\,\dot{H}$.

7. Kupferlasur. Xllf. KP + Kd + b; KP + Kd + KP′ + b; KP + Kd + Kd′ + o + b + Hd′; KP + KP′ + Kd + o + k; KP + Kd + Kd′ + o + Hd′ + Hd′ + Hd′; KP + KP′ + KP′ + Kd + o + Hd′ + Hd′ + Hd′; KP + KP′ + KP′ + KP′ + o + Hd + Hd′. Spltb. wenig parallel den KP=, vollkommener parallel gewissen KP′=Flächen. — H. = 3—4. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,8. Glasglanz; pellucid; char. Farbe: lasurblau. — Subst. = $2\,\dot{Cu}\,\ddot{C} + \dot{Cu}\,\dot{H}$.

c. Doppelsalze.

8. Sphen (Titanit). Xllf. KP + Hd′; KP + Hd′ + Hd′ + b; KP + Hd′ + Hd′ + b + k; KP + KP + Hd′ + Hd′ + b + k; KP + KP′ + Kd + Hd′ + Hd′ + Hd′ + b + k; Kd + b + Hd′; Kd + b + Hd′ + Hd′; KP′ + Kd + Hd′. Spltb. parallel den KP=Flächen. — H. = 5. Br. kleinmuschlig — uneben; spröde. D. = 3,5. Fett= oder demantartiger Glasglanz; pellucid — opak. Nicht selten durch Erwärmung elektrisch werdend. — Subst. = $Ca^3\,\dddot{Si} + Ti^3\,\dddot{Si}$.

9. Hornblende. Xllf. KO + KP + k; KO + KO + KP + k; KP + b + Kd′ + k; KP + b + KP′ + k; KP + KP′; KP + KP′ + o; KP + KP′ + k; KP + KP′ + k + o + b; KP + k + b + Kd′. Häufig Zwillinge von der Form KO + KP + k verkehrt zusammengefügt parallel den o=Flächen. Spltb. sehr vollkommen parallel den KP=Flächen, undeutlich parallel den o= und k=Flächen. — H. = 5—6. Br. uneben; spröde. D. = 3. Glasglanz, perlmutterartig; pellucid. — opak. — Subst. = $(\dot{Ca}, \dot{Na}, \dot{Fe})\,\dddot{Si} + (\dot{Mg}, \dot{Fe})^3\,\dddot{Si}^2$.

10. Augit. Xllf. KO + KP; KO + KP + KP′ + o + k; KO + KP + KP′ + b + o + k + Hd′; KP + Kd + o + k; KP + Kd + o + k + b + Kd′ + Hd′; KP + o + k + Kd + b + Kd′ + Hd′; KP + KP + KP + o + k + b; KP + b. Häufig Zwillinge von der Form KP + Kd + o + k gegen einander verkehrt parallel den

o=Flächen vereinigt. Spltb. parallel den KP= und b=Flächen, sowie parallel den o= und k=Flächen. — H. = 5—6. Br. muschlig — uneben; spröde. D. = 3,4. Glasglanz; perlmutterartig; pellucid — opak. — Subst. = $(\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{F}e)^3 (\ddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l)^2$. Dieselbe Substanz bildet in amorphem Zustande den Tachylith.

11. Mesotyp. Xllf. KO + KP; KO + KP + k; KO + KP + o + k. Die Flächen KP und K sind ihren Kanten parallel stark gereift. Spltb. parallel den KP=Flächen vollkommen. — H. = 5. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,3. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $(\dot{N}a, \dot{C}a) \ddot{S}i + \ddot{\bar{A}}l \ddot{S}i + 2\dot{\bar{H}}$. Dasselbe Doppelsalz xllisirt wasserfrei im klinorhomboidischen System (Labradorit).

12. Datolith. Xllf. KO + KP + KP + O + KP′ + Hd; KP + KP + O + KP′ + Kd + Hd; KP + KP + O + KP′ + Kd + Hd + b. Spltb. nicht sehr deutlich parallel den KP=Flächen. — H. = 5. Br. uneben. — muschlig; spröde. D. = 3. Fettartiger Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{C}a^3 \ddot{S}i^4 + 3\dot{C}a \ddot{\bar{B}} + 3\dot{\bar{H}}$.

13. Laumontit. Xllf. KP + Kd′ + Hd′ + b; KP + Hd′ + b + o + k; KP + b; KP + o + k + b; o + k + b. Spltb. parallel den KP=Flächen vollkommen, minder deutlich parallel den b=Flächen. — H. = 3. Br. uneben; spröde; sehr zerbrechlich. D. = 2,2. Glasglanz, oft perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $\dot{C}a^3 \ddot{S}i^2 + 4\ddot{\bar{A}}l \ddot{S}i^2 + 18\dot{\bar{H}}$.

Zweite Reihe.

Diagonal und basisch spaltbare klinorhombische Mineralxlle.

a. Sulfid=Oxyde.

1. Rothspießglanzerz (Antimonblende). Xllf. KP + b; KP + k + b + Hd′. Spltb. parallel den k= und o=Flächen. — H. = 1. Br. nicht wahrzunehmen; milde; in dünnen Blättchen etwas biegsam. D. = 4,5. Demantglanz; pellucid — opak; char. Farbe: kirschroth. — Subst. = $\overset{,}{S}b \, \dddot{S}b^2$.

b. Sauerstoffsalze.

2. Wolframit. Xllf. KP + b; KP + KP + b; KP + KP′ + o + Hd′ + b; KP + KP′ + o + k + Hd′ + b; KP + Kd + Kd′ + Kd′ + o + k + Hd′ + b; KP + KP + KP′ + o + Hd′ + b; KP + KP + KP′ + o + k + Hd′; KP + KP + Kd + Kd′ + Kd′ + Ho + Hd′ + b. Spltb. sehr vollkommen parallel den k=Flächen. H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 7,4. Metallähnlicher Demantglanz; opak; char. Farbe: braunlichschwarz. — Subst. = $(\dot{F}e, \dot{M}n) \dddot{W}$.

3. Wollastonit. Xllf. KP + Hd′ + b + o. Spltb. parallel den o= und b=Flächen. — H. = 4—5. Br. uneben — splitterig; spröde. D. = 2,8. Perlmutterartiger Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{C}a^3 \ddot{S}i^2$.

4. Glaubersalz. Xllf. KP + b. Künstliche Xllisationen zeigen mehrere andere Flächen. Spltb. vollkommen parallel den k=Flächen. — H. = 1—2. Br. muschlig; milde. D. = 1,4. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{N}a \dddot{S} + 10\dot{\bar{H}}$. Das schwefelsaure Natron xllisirt wasserfrei orthorhombisch (Thenardit).

5. Gyps. Xllf. KO + KP + k; KP + Kd + k; KP + KP + Kd + Hd′ + k. Häufig Zwillinge von der Form KP + KP′ + k in entgegengesetzter Richtung vereinigt nach einer o=Fläche, sogenannte „Schwalbenschwänze". Spltb. sehr vollkommen parallel den k=Flächen, etwas minder vollkommen parallel den b= und o=Flächen. — H. = 2. Br. nicht wahrnehmbar wegen der Spaltbarkeit; milde; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 2,3. Glasartiger Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{C}a \dddot{S} + 2\dot{\bar{H}}$. Der wasserfreie schwefelsaure Kalk xllisirt orthorhombisch (Anhydrit); das nämliche Verhältniß findet sich bei mehreren anderen Salzen, welche bald mit, bald ohne Wassergehalt xllisiren.

6. Eisenvitriol. Xllf. KP + KP′ + Kd + Hd + Hd′ + k + b; KP + KP′ + Kd + Hd′ + k + b; KP + Hd′ + k + b; KP + Hd′ + b; KP + b. Spltb. vollkommen parallel den b=, minder deutlich parallel den KP=Flächen. — H. = 2. Br. muschlig — uneben; wenig spröde. D. = 1,9. Glasglanz; pellucid; char. Farbe: lauchgrün. — Subst. = $\dot{F}e \dddot{S} + 6\dot{\bar{H}}$.

7. Vivianit. Xllf. KP + Kd + b + o + k; KP + Kd + Kd′ + Hd′ + b

+ o + k; Kd + o + k + b; Kd + o + k; o + k + b + Hd'. Spltb. höchst vollkommen parallel den k-Flächen, deutlich auch nach den o- und b-Flächen. — H. = 2. Br. nicht zu beobachten; milde; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 2,6. Glasartiger Perlmutterglanz; pellucid; char. Farbe: smalteblau. — Subst. = $\dot{\mathrm{Fe}}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{P}}} + 6\dot{\bar{\mathrm{H}}}$.

8. Pharmakolith. Xllf. KP + KP' + b + k + Hd'; KP + KP' + k + Hd'; KP + KP + KP' + Kd + Hd' + k. Spltb. vollkommen parallel den k-Flächen. — H. = 2. Br. uneben; milde; in dünnen Blättchen biegsam. D. = 2,7. Glasglanz, auf den k-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{\mathrm{Ca}}^2\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{As}}} + 6\dot{\bar{\mathrm{H}}}$.

9. Kobaltblüthe. Xllf. Kd + KP + o + k + b; Kd + o + k + b; o + k + b. Spltb. vollkommen parallel den k-Flächen; nur sehr wenig parallel den o-Flächen. — H. = 2. Br. nicht zu beobachten; milde; in dünnen Blättchen etwas biegsam. D. = 3. Glasglanz, auf den k-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{\mathrm{Ca}}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{As}}} + 6\dot{\bar{\mathrm{H}}}$.

10. Soda. Xllf. KP + b. Spltb. unvollkommen parallel den o- und k-Flächen. — H. = 1. Br. muschlig; milde. D. = 1,4. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{\mathrm{Na}}\,\ddot{\mathrm{C}} + 10\dot{\bar{\mathrm{H}}}$. Das kohlensaure Natron xllisirt wasserfrei orthorhombisch (Natronit).

c. Fluorid-Sauerstoffsalze.

11. Chondrodit. Xllf. KP + k + KP' + b. Spltb. vollkommen parallel den b-Flächen, unvollkommen parallel den k- und den äußerlich nicht beobachteten o-Flächen. — H. = 6,5. Br. unvollkommen muschlig — uneben; spröde. D. = 3,2. Glasglanz; pellucid. — Subst. = Mg Fl + $2\dot{\mathrm{Mg}}^3\,\dddot{\mathrm{Si}}$.

d. Doppelsalze.

12. Epidot. Xllf. KO + KP + o + k + b + Hd'; KP + Kd + o + b + Hd'; KP + o + b + Hd'. Die Xlle sind in der Richtung der Orthodiagonale verlängert, so daß leicht die o-, die b- und Hd'-Flächen für prismatische Flächen („gerade Rhomboidsäule") angesehen werden. Spltb. sehr vollkommen parallel den b-, minder deutlich parallel den Hd'-Flächen. — H. = 6—7. Br. uneben — splitterig; spröde. D. = 3,3. Glasglanz, auf den b-Flächen perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $(\dot{\mathrm{Ca}}\,\dot{\mathrm{Fe}}\,\dot{\mathrm{Mn}})^3\,\dddot{\mathrm{Si}} + 2\,\dddot{\bar{\mathrm{Al}}}\,\dddot{\mathrm{Si}}$.

13. Orthoklasfeldspath. Xllf. KP + KP' + Kd' + b + Hd' + Hd' + k; KP + Kd' + b + Hd' + Hd' + k; KP + KP' + Kd' + b + Hd' + k; KP + KP + b + Hd' + k; KP + b + Hd' + k; KP + b + Hd'; KP + b; b + Hd' + k. Häufig Zwillinge von verschiedenen Formen in verkehrter Stellung nach den k- oder KP'-Flächen vereinigt. Spltb. parallel den k- und besonders den b-Flächen sehr vollkommen, minder vollkommen parallel den KP-Flächen. — H. = 6. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,5. Glasglanz, etwas perlmutterartig; pellucid. — Subst. = $(\dot{\mathrm{K}}, \dot{\mathrm{Na}})\,\dddot{\mathrm{Si}} + \dddot{\bar{\mathrm{Al}}}\,\dddot{\mathrm{Si}}^3$. Dasselbe Doppelsalz findet sich klinorhomboidisch xllisirt als Klinoklasfeldspath. Außerdem kommt dasselbe in amorphem Zustande als Obsidian, Pechstein und Perlstein vor, von denen der erstere eine erstarrte Lava ist. Der Obsidian ist ein „Glas."

14. Zweiariger Glimmer (Rhombenglimmer). Xllf. KP + k + b; selten KP + kd' + k + b. Die b-Flächen herrschen so sehr vor, daß die übrigen oft nicht erkennbar sind. Spltb. sehr vollkommen parallel den b-Flächen. — Br. nicht zu beobachten; milde; in dünnen Blättern elastisch biegsam. D. = 3. Metallartiger Perlmutterglanz auf den b-Flächen; pellucid. — Subst. = $\dot{\mathrm{K}}$, $\dot{\mathrm{Na}}$, $\dot{\mathrm{Li}}$, $\dot{\mathrm{Mg}}$, $\dot{\mathrm{Mn}}$, $\ddot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{Al}}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, Fl in noch nicht genauer ermittelter Verbindung.

15. Brewsterit. Xllf. KP + KP + KP + KP + k + KP'. Spltb. vollkommen parallel den k-Flächen, undeutlich parallel den o-Flächen, welche äußerlich nicht vorkommen. — H. = 5. Br. uneben; spröde. D. = 2,1. Glasglanz, auf den k-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $3\,(\dot{\mathrm{Ba}}, \dot{\mathrm{Sr}})\,\dddot{\mathrm{Si}} + 4\,\dddot{\bar{\mathrm{Al}}}\,\dddot{\mathrm{Si}}^3 + 18\dot{\bar{\mathrm{H}}}$.

16. Heulandit. Xllf. KO + b + k + o; KO + b + k + o + Hd'; o + k + b + Hd'; Kd + b + o + k. Spltb. vollkommen parallel den k-Flächen. — H. = 4. Br. uneben; spröde. D. = 2,2. Glasglanz, auf der k-Fläche Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = $\dot{\mathrm{Ca}}\,\dddot{\mathrm{Si}} + 4\,\dddot{\bar{\mathrm{Al}}}\,\dddot{\mathrm{Si}}^3 + 18\dot{\bar{\mathrm{H}}}$.

Anhang: Künstliche Xlle des klinorhombischen Systemes.

Klinorhombisch xllisirt auch das schwefelsaure Nickeloxydkali. Ferner der Bleizucker (essigsaures Bleioxyd) und das ameisensaure Kupferoxyd. Endlich auch die Chinasäure (S. 947), die Oxalsäure ($\ddot{C}\,\dot{H}$, S. 916) und der Zucker (Rohrzucker, Seite 565). Letzterer, in groß xllinischen Massen „Kandis" genannt, zeigt vorzugsweise die Flächen eines klinorhombischen Prismas mit klinodiagonalen Flächen, sodann ein vorderes und hinteres Hemidoma und das klinodiagonale Prisma (KP + b + k + Hd + Hd' + KP'). Der Rohrzucker kommt auch in amorphem Zustande vor, theils als Syrup, theils als sogenannter „Gerstenzucker" (Bonbons). Dieser entsteht aus dem xllinischen Zucker durch Erhitzung und geht mit der Zeit wieder in den xllinischen Zustand über.

VI. Das klinorhomboidische System.

Das Axenkreuz, welches den Xllisationen des klinorhomboidischen Systemes zu Grunde liegt, besteht aus dreien, nicht allein ungleichartigen, sondern auch durchweg sich schiefwinklig schneidenden Axen. Jede derselben kann als Hauptaxe gedacht werden, und stellt man dieselbe senkrecht, so liegen beide andere Axen schief gegen den Horizont geneigt. Legt man dagegen eine Nebenaxe horizontal, so steht nicht nur die Hauptaxe schief, sondern auch die andere Nebenaxe befindet sich in geneigter Lage. Die Oktaeder, welche man über einem solchen Axenkreuze construiren könnte, würden schiefe Oktaeder mit rhomboidischem Horizontaldurchschnitte sein; solche „klinorhomboidische Oktaeder (Ko)" kommen indessen nicht vor. Es würden dieselben zwei gleiche Gipfel und zwei verschiedenartige Paare unter sich gleichartiger Randecken und eben so nur paarweise und parallele gleichartige Kanten und Flächen besitzen. Aus diesem Grunde können in diesem Systeme keine andere Veränderungen an Kanten und Ecken vorkommen, als Abstumpfungen, deren Abstumpfungsfläche obendrein, da sie nie zwei gleichartige Flächen oder Kanten zugleich berührt, allemal gegen die gleichzeitig betroffenen Flächen eine verschiedenartige Neigung besitzen muß.

Abstumpfung der Randkanten des klinorhomboidischen Oktaeders durch Flächen, welche der Hauptaxe parallel sind, würde diejenigen Flächen ergeben, welche an den Xllisationen dieses Systemes vorzuherrschen pflegen, die Flächen eines schiefen Prismas mit rhomboidischem Horizontaldurchschnitte. Man nennt das bezeichnete Prisma (Fig. 1093) das klinorhomboidische (Kp). Die Flächen, welche parallel den Nebenaxen die Gipfel des klinorhomboidischen Oktaeders abstumpfen würden, sind die basischen Flächen, welche, weil sie hier, möge die Hauptaxe senkrecht oder geneigt gestellt werden, stets schief liegen, klinobasische Flächen (kb) genannt werden können. Dieselben bilden in der Regel die Endflächen des klinorhomboidischen Prismas (Fig. 1094). Ihre Diagonallinien sind beide Klinodiagonalen, aber die eine derselben ist länger und heißt Klinomakrodiagonale, die andere ist kürzer und heißt Klinobrachydiagonale. Abstumpfung der Randecken des klinorhomboidischen Prismas durch Flächen, welche der Hauptaxe parallel liegen, ergibt andere klinorhomboidische Prismen, welche,

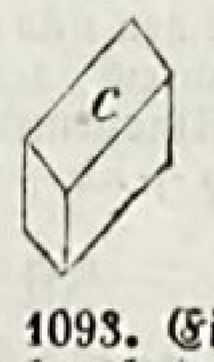


Fig. 1093. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen (c) Endflächen. Kp + b.

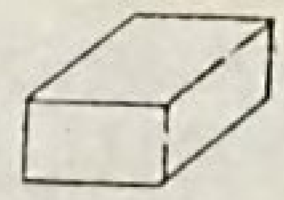


Fig 1094. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen Kp + kb.

*

je nachdem die vorderen der von der Klinomakrodiagonale berührten Kanten von der rechten her oder von der linken her abgestumpft erscheint, rechte klinorhomboidische Prismen (Rkp) und linke klinorhomboidische Prismen (Lkp) genannt werden. Da indessen nur je zwei der Prismenkanten des klinorhomboidischen Prismas gleich sind, so treten auch sehr häufig nur einzelne Paare von Abstumpfungsflächen auf (Fig. 1095), nämlich bald solche, welche die von der Klinomakrodiagonale berührten Kanten abstumpfen, rechte und linke klinomakrodiagonale Flächen genannt (Rmkp und Lmkp), bald dagegen solche, welche die von der Klinobrachydiagonale berührten Kanten abstumpfen, rechte und linke klinobrachydiagonale Flächen genannt (Rbkp und Lbkp). Es können auch rechte klinomakrodiagonale Flächen mit linken klinobrachydiagonalen und linke klinomakrodiagonale mit rechten klinobrachydiagonalen Flächen combinirt vorkommen, woraus ebenfalls klinorhomboidische Prismen entstehen.

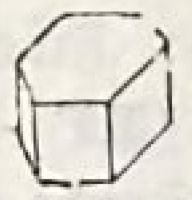


Fig. 1095. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen an den klinomakrodiagonalen Kanten, von der linken her abgestumpft. Kp + kb + Lmkp.

Die Flächen, welche eine der durch die Klinomakrodiagonale berührten Ecken des klinorhomboidischen Prismas mit klinobasischen Endflächen abstumpfen, sind stets nur Hemidomen (Fig. 1096 und 1097), welche man hier vordere oder hintere, rechte und linke Klinohemidomen (Rhd und Lhd; Rhd' und Lhd') nennt. Diejenigen Flächen, welche eine der durch die Klinobrachydiagonale berührten Ecken abstumpfen (Fig. 1098), sind einseitig rechte oder linke, vordere und hintere Hemiklinodomen (Rkd und Lkd; Rkd' und Lkd'). Combinationen derartiger Klinohemidomen und Hemiklinodomen mit den früher erwähnten Flächen stellen die Figuren 1099 und 1100 dar.

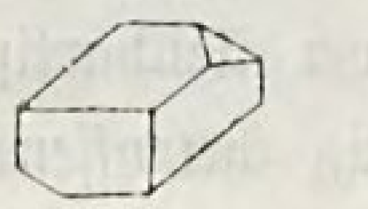


Fig. 1096. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen und einem rechten hinteren Klinohemidoma. Kp + kb + Rhd'.

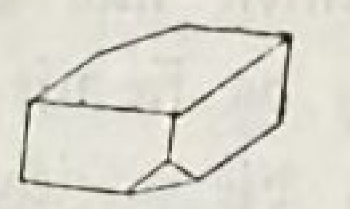


Fig. 1097. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen und einem linken hinteren Klinohemidoma. Kp + kb + Lhd'.

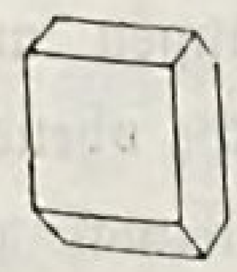


Fig. 1098. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischer Endfläche und einem rechten hinteren Hemiklinodoma. Kp + kb + Rkd.

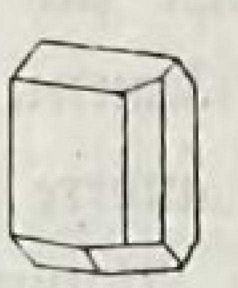


Fig. 1099. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen, nebst rechten klinomakrodiagonalen Flächen, rechtem hinteren Klinohemidoma und rechtem hinteren Hemiklinodoma. Kp + kb + Rmkp + Rhd' + Rkd'.

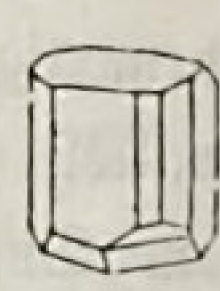


Fig. 1100. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen, nebst rechten und linken klinomakrodiagonalen Flächen, rechten klinobrachydiagonalen Flächen, zweien rechten hinteren Klinohemidomen und einem rechten hinteren Hemiklinodoma. Kp + kb + Rmkp + Lmkp + Rbkp + Rhd' + Rhd' + Rkd'.

Ist eine der vier Randkanten des klinorhomboidischen Prismas mit klinobasischer Endfläche durch eine Fläche abgestumpft, so kann man diese als die eine der Flächen des idealen klinorhomboidischen Oktaeders betrachten und als vordere oder hintere rechte und linke Klinorhomboidoktaederfläche (Rko und Lko; Rko' und Lko') bezeichnen. Combinationen derartiger Flächen mit den früher erwähnten Flächen sind die Figuren 1101—1107.

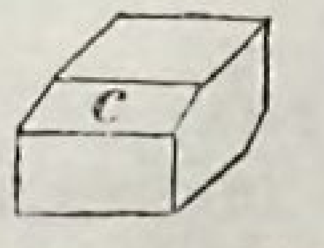


Fig. 1101. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen, nebst den vorderen rechten Klinorhomboidoktaederflächen (c). Kp + kb + Rko.

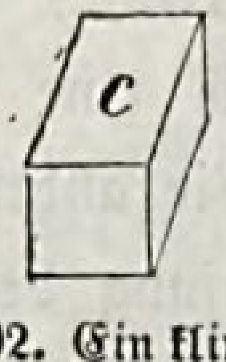


Fig 1102. Ein klinorhomboidisches Prisma mit den vorderen rechten Klinorhomboidoktaederflächen (c). Kp + Rko.

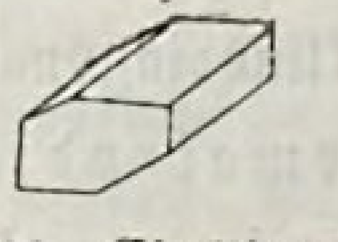


Fig. 1103. Ein klinorhomboidisches Prisma mit den klinobasischen Endflächen und den vorderen linken Klinorhomboidoktaederflächen. Kp + kb + Lko.

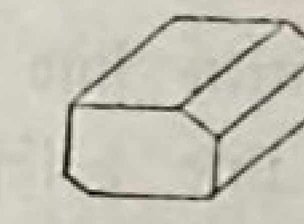


Fig. 1104. Ein klinorhomboidisches Prisma mit den klinobasischen Endflächen und den vorderen rechten Klinorhomboidoktaederflächen. Kp + kb + Rko.

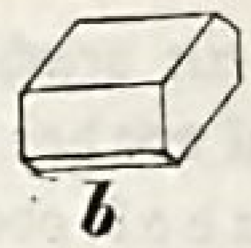


Fig. 1105. Ein klinorhomboidisches Prisma mit den klinobasischen Endflächen und den hinteren linken Klinorhomboidoktaederflächen. Kp + kb + Lko'.

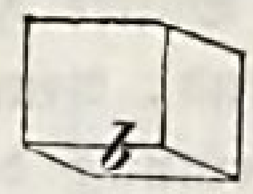


Fig. 1106. Ein klinorhomboidisches Prisma mit den hinteren linken Klinorhomboidoktaederflächen. Kp + Lko'.

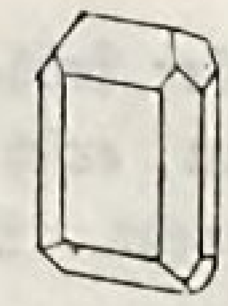


Fig. 1107. Ein klinorhomboidisches Prisma mit klinobasischen Endflächen, rechten klinomakrodiagonalen und rechten klinobrachydiagonalen Flächen, rechtem hinteren Hemiklinodoma, rechten vorderen und linken hinteren Klinorhomboidoktaederflächen. Kp + kb + Rmkp + Rbkp + Rkd' + Rko + Lko'.

Vielleicht wird man die Xllisationen des klinorhomboidischen Systems als Viertelsflächner oder Tetartoedrieen des orthorhombischen Systems betrachten dürfen. Indessen ist es bislang noch nicht gelungen, genügende Anhaltspunkte aufzufinden, um auf die Absonderung ersteren Systemes verzichten zu können.

Die Xllisationen des klinorhomboidischen Systemes sind als solche an dem ausschließlichen Vorkommen einzelner Flächenpaare leicht zu erkennen. Dagegen ist die Bestimmung der Lage der einzelnen Flächen eine der schwierigsten Aufgaben der Xllographie. Einfache Combinationen sind indessen noch leicht zu entwickeln im Vergleiche zu den Schwierigkeiten, welche nicht selten die Zwillinge darbieten, indem dieselben, in entgegengesetzter Richtung aneinander gewachsen, manchmal orthorhombischen Xllisationen ganz ähnlich erscheinen.

Die klinorhomboidischen Mineralxlle.

a. Sauerstoffsalze.

1. Disthen. Xllf. Kp + kb + Lmkp; Kp + kb + Lmkp + Lbkp. Zwillinge sehr häufig. Spltb. sehr vollkommen parallel den einen, minder vollkommen parallel den anderen KP-Flächen, undeutlich parallel den kb-Flächen. — H. = 5—7, auffallend verschieden auf den verschiedenen Xllflächen. Br. uneben, spröde. D. = 3,6. Glas- und Perlmutterglanz; pellucid. Durch Erwärmung phosphorescirend, mit blaulichem Lichtscheine. — Subst. = $\ddot{\mathrm{Al}}^2\,\dddot{\mathrm{Si}}$.

2. Kupfervitriol. Xllf. Kp + kb. Andere Flächen hat man nur durch „künstliche" Xllisation erhalten. Spltb. unvollkommen parallel den Kp-Flächen. — H. = 2. Br. muschlig; wenig spröde. D. = 2,2. Glasglanz; pellucid; char. Farbe: dunkel himmelblau. — Subst. = $\dot{\mathrm{Cu}}\,\dddot{\mathrm{S}} + 5\dot{\mathrm{H}}$. Es ist bemerkenswerth, daß das Kupfervitriol, wenn man dasselbe aus einer wässerigen Lösung ausxllisiren läßt, in welcher auch Eisenvitriol enthalten ist, unter Aufnahme eines ganz dem Eisenvitriol entsprechenden Wasserverhältnisses (als $\dot{\mathrm{Cu}}\,\dddot{\mathrm{S}} + 6\dot{\mathrm{H}}$) die Xllisation des Eisenvitriols annimmt. Obgleich noch wenige ähnliche Verhältnisse bekannt sind, so dürften dieselben doch für die Lehre vom Isomorphismus (S. 1095) einst von Wichtigkeit werden.

b. Doppelsalze.

3. Axinit. Xllf. Kp + kb; Kp + kb + Rmkp; Kp + kb + Rmkp + Lhd'; Kp + kb + Rmkp + Lko; Kp + kb + Rmkp + Lhd' + Lko + Rko'. Spltb. unvollkommen parallel den kb- und den einen Kp-Flächen. — H. = 6—7. Br. uneben — kleinmuschlig; spröde. D. = 3,3. Glasglanz; pellucid. — Subst. = $(\dot{\mathrm{Ca}}, \dot{\mathrm{Mg}})^3\,(\dddot{\mathrm{Si}}, \dddot{\mathrm{B}})^2 + 2\,(\ddot{\mathrm{Al}}, \ddot{\mathrm{Fe}}, \ddot{\mathrm{Mn}})\,(\dddot{\mathrm{Si}}, \dddot{\mathrm{B}})$.

4. Labradorit. Xllf. Kp + kb + Lmkp + Rhd' + Rkd + Lkd; besonders häufig Zwillinge von dieser Form. Spltb. vollkommen parallel den kb- und minder deutlich den Kp-Flächen. — H. = 6. Br. uneben — muschlig; spröde. D. = 2,7. Glasglanz, zuweilen perlmutterartig; pellucid. Der Labradorit hat die mit seinem Xllgefüge in inniger Beziehung stehende Eigenschaft, in bestimmten Richtungen gewisse Farben des auffallenden

Lichtes mit großer Lebhaftigkeit zu reflektiren. Solche Farben, besonders ein prachtvolles metallisches Blau, erscheinen daher vorübergehend, wenn man das Mineral vor den Augen hin und her dreht. Man nennt diese Erscheinung den Farbenwandel oder das Labradorisiren. — Subst. = ($\dot{N}a$, $\dot{C}a$) $\ddot{S}i$ + $\ddot{\ddot{A}l}$ $\ddot{S}i$. Das nämliche Doppelsalz xllisirt mit Wasser als Mesotyp klinorhombisch.

5. Klinoklasfeldspath (Albit). Xllf. Kp + kb + Rmkp + Rhd'; Kp + kb + Rkd' (Fig. 1098); Kp + kb + Rmkp + Rhd' + Rkd' (Fig. 1099); Kp + kb + Rmkp + Lmkp + Rbkp + Rhd' + Rhd' + Rkd' (Fig. 1100); Kp + kb + Rmkp + Rbkp + Rkd' + Rko + Lko' (Fig. 1007). Selten diese einfachen Combinationen, meistens Zwillinge. Spltb. vollkommen parallel den kb-, minder vollkommen parallel den einen, undeutlich parallel den andern Kp-Flächen. — H. = 6. Br. uneben; spröde. D. = 2,6. Glasglanz, auf den kb-Flächen Perlmutterglanz; pellucid. — Subst. = ($\dot{K}$, $\dot{N}a$) $\ddot{S}i$ + $\ddot{\ddot{A}l}$ $\ddot{S}i^3$. Dasselbe Doppelsalz findet sich klinorhombisch xllisirt als Orthoklasfeldspath.*

Anhang: Künstliche Xlle des klinorhomboidischen Systemes.

Künstliche Xllisationen im klinorhomboidischen Systeme kennt man von Kupfervitriol, außerdem besonders vom vierfach oxalsauren Kali u. s. w.

* Die Benennung Orthoklas- und Klinoklas-, „geradspaltiger und schiefspaltiger" Feldspath, sollen sich darauf beziehen, daß bei ersterem, dem Orthoklasfeldspathe, die basischen Flächen mit den klinodiagonalen Flächen stets rechtwinklige Kanten bilden, welche man bei der Spaltung sehr leicht erhält, während bei dem Klinoklasfeldspathe die klinobasischen Flächen mit den Flächen des klinorhomboidischen Prismas, welche man bei der Spaltung ebenfalls erhält, einerseits stumpfe, andererseits scharfe Kanten darstellen.

Zweiter Theil.

Lithologie.

Mineralien sind die in der Natur sich vorfindenden chemischen Substanzen, welche zu ihrer Bildung und zu ihrem Bestehen nicht des thierischen und pflanzlichen Lebens bedürfen. Dieselben sind theils Elementarstoffe, welche in unvermischtem, „gediegenem" Zustande im Erdboden angetroffen werden (Seite 15), theils binäre Mischungen ersten Grades, theils doppelt binäre oder quaternäre Mischungen zweiten Grades, theils doppelt quaternäre oder oktonäre Mischungen dritten Grades (Seite 7). Da bei Substanzen, welche ganz für sich existiren, von irgend welchen Organen nicht die Rede sein kann, so unterscheidet man die Mineralien als unorganisirte oder unorganische Naturkörper von den mit Organen versehenen, organisirten, organischen Pflanzen und Thieren. Die Mischungen, welche unter dem Einflusse des Lebens, d. h. unter dem Einflusse der unberechenbar zahlreichen, zu einem gemeinsamen Ganzen zusammenwirkenden Vorgänge, in den Pflanzen und Thieren gebildet werden, sind größtentheils nicht fähig, für sich weiter zu existiren, sobald das Zusammenwirken aller jener Vorgänge aufhört, wie dies mit dem Tode der Fall ist, oder sobald sie aus dem Kreise jener Vorgänge verdrängt sind, wie dies durch die natürliche Aussonderung geschieht. Nur wenige derselben zeigen größere Selbstständigkeit. Die Verschiedenheit dieses Verhaltens liegt in den Mischungsverhältnissen jener Substanzen selbst. In den „organischen Substanzen" sind jene wenigen Elementarstoffe, aus welchen die Organe der Pflanzen und der Thiere fast ausschließlich bestehen (Seite 15), nicht etwa nach einfachen Graden zusammen verbunden; vielmehr scheint es, daß viele Paare nur wenig von einander quantitativ oder qualitativ verschiedener Mischungen in sehr vielfachen Stufen zu Paaren höheren und höheren Grades vereinigt seien, ohne daß wir im Stande wären, diese einzelnen Stufen durch Scheidung der Verbindungen höheren Grades für sich darzustellen, da meistens unmittelbar nach der Sonderung der Substanz aus dem Organismus schon eine Veränderung der ursprünglichen Mischungsverhältnisse vor sich geht, welche schnell bis zur völligen Umänderung derselben und zur Bildung neuer, ganz einfacher Verbindungen zunimmt, sobald man die Substanz durch chemische Mittel zu zerlegen versucht. So geben die Untersuchungen der organischen Substanzen uns bei dem jetzigen Stande der Chemie noch keine genügende Einsicht in das wahre Mischungsverhältniß derselben; vielmehr sind die meisten Zeichenformeln, mit deren Hülfe man dasselbe auszudrücken sucht, noch nicht für mehr zu halten, als für eine summarische Angabe der Quantitäten der einzelnen in der Mischung im Allgemeinen sich findenden Elementarstoffe, mit etwaiger Andeutung einzelner speciellerer Verbindungsverhältnisse, welche durch die, bei der Zersetzung zunächst sich ergebenden Produkte als nähere Bestandtheile der Mischung sich vermuthen lassen. Bei den unorganischen Substanzen dagegen sind die Mischungsverhältnisse meistens so einfach, und die Wirkungen, unter deren Einflusse wir die chemische Untersuchung derselben vornehmen, so ähnlich denjenigen, unter welchen die Mineralien in der Natur gebildet werden, bestehen und vergehen,

daß wir von den meisten derselben eine sehr genaue Vorstellung besitzen und im Stande sind, die einzelnen näheren und ferneren Bestandtheile sowohl durch Scheidung selbstständig darzustellen, als auch sie und die Substanz selbst durch künstliche Zusammenmischung der Verhältnißmengen der einzelnen Elementarstoffe oder der einzelnen Mischungen niederen Grades hervorzubringen.

Die Eigenschaft, in Folge deren die verschiedenen Elementarstoffe und die Mischungen derselben die Fähigkeit haben, sich je zwei miteinander zu neuen dritten Mischungen zu verbinden, nennt man Elektricität. Diese Eigenschaft äußert sich nicht anders, als gleichzeitig in zweien verschiedenen Elementarstoffen oder Mischungen, und man kann sich dieselbe vorstellen als eine gegenseitige Anziehung, in Folge deren alle Theilchen der Stoffe gleichzeitig das Bestreben erhalten, nicht allein der Masse nach sich zu vereinigen, sondern auch mit allen Eigenschaften sich einander hinzugeben, entgegengesetzte Eigenschaften gegen einander aufzuheben und in Folge dessen gänzlich neue Eigenschaften anzunehmen. Nicht alle Elementarstoffe besitzen dieses Bestreben in dem nämlichen Grade; auch ist es bei jedem derselben erheblichen Veränderungen unterworfen, auf welche die Temperatur den wichtigsten Einfluß ausübt. Ein und derselbe Stoff äußert sein Vereinigungsbestreben in sehr verschiedener Stärke, je nachdem er mit dem einen oder dem andern Stoffe in Berührung kommt, und man findet bei gleicher Temperatur in dieser Beziehung ein stets gleichbleibendes Verhalten, ja es findet darin, ganz wie bei den Quantitätsverhältnissen, in welchen die Stoffe sich mit einander verbinden (Seite 15), ein allgemeiner Zusammenhang unter allen Elementarstoffen statt. Unter keinen anderen Elementarstoffen äußert sich jenes Bestreben so kräftig, als bei der Berührung von Oxygenium und Kalium. Alle anderen Elementarstoffe besitzen ein um so größeres Bestreben, sich mit dem ersteren, dem Sauerstoffe, zu verbinden, je geringer ihre Zuneigung zum Kalium ist, und eine um so größere Zuneigung zum Kalium, je geringer ihr Bestreben ist, sich mit dem Sauerstoffe zu vereinigen. Ja, auch unter sich vereinigen die übrigen Elementarstoffe sich um so lieber, je mehr das eine in dem Verhalten gegenüber dem Sauerstoffe oder dem Kalium von dem anderen verschieden ist. Hienach beruht das Vereinigungsbestreben oder die „chemische Verwandtschaft (Affinität)“ der Stoffe auf einer Verschiedenheit, einem gewissen Gegensatze der Eigenschaften, und man denkt sich diesen Gegensatz als eine Aeußerung der Elektricität in verschiedener Richtung oder als eine Verschiedenheit in der Art der Elektricität. Nach den beiden Elementarstoffen, welche diesen Gegensatz im höchsten Grade äußern, kann man die eine Sauerstoffelektricität und die andere Kaliumelektricität benennen; gebräuchlicher sind indessen die Bezeichnungen: negativ (—) und positiv (+). Man denkt sich nun, daß in jedem Stoffe negative sowohl, als positive Elektricität vorhanden sei, daß sich aber von diesen die erstere dann äußere, wenn der betreffende Stoff in Berührung kommt mit einem andern, welcher noch größeres Vereinigungsbestreben zum Sauerstoffe besitze, als er selbst, während dagegen die positive Elektricität sich äußere, wenn derselbe Stoff in Berührung kommt mit einem solchen, welcher mehr als er selbst, geneigt ist, sich mit Kalium zu verbinden. Ja, man denkt sich, daß eben die Ursache der verschiedenen Grade des Vereinigungsbestrebens der Elementarstoffe gegen den Sauerstoff einerseits und das Kalium andererseits darin beruhe, daß bei den einen die

Sauerstoffelektricität (—), bei den andern die Kaliumelektricität (+) mehr oder minder entschieden vorherrsche. Je größer nun der Gegensatz — die *Spannung*, wie man sich auszudrücken pflegt — um so gespannter sind die Stoffe, sich mit einander zu vereinigen, in der Art, daß sogar schon gebildete Mischungen, in welchen die Gegensätze (±) sich also ausgeglichen haben, wieder aufgehoben werden können, wenn ein neuer Stoff hinzutritt, welcher zu einem der in die Mischung eingegangenen Stoffe einen entschiedeneren Gegensatz äußert, als der andere Mischungsbestandtheil. So entzieht das Kalium (Ka) dem Wasser (HO) den Sauerstoff (o), weil dasselbe „positiver" ist, als der Wasserstoff (H), und während sich somit Kaliumoxyd oder „Kali" ($KaO = \dot{K}a$) bildet, wird zugleich der Wasserstoff abgeschieden. Folgende Reihenfolge ist die „*elektrische Spannungsreihe*" genannt worden, weil dieselbe die Grade der Verwandtschaften der Stoffe zu einander bezeichnet. Jeder in dieser Reihenfolge früher genannte Stoff verhält sich zu jedem später folgenden negativ, zu jedem früheren positiv, und der Gegensatz, und somit das Vereinigungsbestreben, ist um so größer, je weiter zwei Stoffe in dieser Reihenfolge von einander entfernt sind.

— O S N Fl Cl Br J Se P As Cr Vn Mo W B C Sb Te Ta
Ti Si H Au Os Jr Pt R Pd Hg Ag Cu U Bi Sn Pb Cd Co
Ni Fe Zn Mn Ce La Di Th Zr Al Y Be Mg Ca Sr Ba Li Na Ka +

Hienach verhält sich also der Schwefel **S** dem Sauerstoffe **O** gegenüber positiv, dem Stickstoffe **N** gegenüber aber negativ; der Stickstoff dem Schwefel gegenüber positiv, dagegen dem Fluor **Fl** gegenüber negativ u. s. w. Indessen ist zu bemerken, daß je nach dem *Temperaturgrade* die Elektricitäts- und somit auch die *Verwandtschaftsverhältnisse* der Elementarstoffe sehr bedeutenden *Abänderungen*, ja selbst *vollkommener Umkehrung unterworfen sind*.

Auch die Mischungen verhalten sich ganz ähnlich in einer regelmäßigen Weise zu einander, wie die Elementarstoffe, so nämlich, daß man das Verhalten zweier solcher Mischungen findet, wenn man das Verhalten der Elementarstoffe, — oder bei Mischungen zweiten oder dritten Grades, das Verhalten der Mischungen ersten oder zweiten Grades, — aus welchen sie bestehen, vergleicht; jedoch gilt diese einfache Regel nur bei denjenigen Mischungen, welche aus der gleichen Anzahl von Verhältnißmengen bestehen und auch bei solchen nur bei gleichem Dichtigkeitszustande derselben. Je stärker der Gegensatz zwischen zweien Mischungen ist, um so kräftiger ist ihr Verwandtschaftsbestreben, und eben dieser Umstand ist es, durch welchen wir im Stande sind künstlich die Verbindungen der Mischungen umzuändern', und durch welchen auch die Umänderungen der Mineralsubstanzen in der Natur veranlaßt werden. Bringt man *schwefelsaure Kalkerde* und *kohlensaures Kali* mit einander in eine Auflösung, so verläßt die Schwefelsäure die Kalkerde und verbindet sich mit dem Kali, welches in stärkerem Gegensatze zu derselben ist, während die hiedurch vom Kali abgeschiedene Kohlensäure sich mit der Kalkerde verbindet. Das Resultat dieser Wechselverbindung ist *schwefelsaures Kali* und *kohlensaure Kalkerde*. Man nennt derartige Vorgänge *Wahlverwandtschaftsäußerungen*. Die Temperatur, als Bedingung der verschiedenen Dichtigkeitszustände der Stoffe, ist auf dieselben von größtem Einflusse; ebenso erfolgen die Verbindungen und Tren-

nungen an der Oberfläche der Erde unter dem einfachen Drucke der Atmosphäre in ganz anderer Weise, als in der Tiefe des Bodens unter der Pressung überlagernder Gebirgsmassen. Vergeblich versuchte man die Karlsbader Mineralwasser künstlich nachzuahmen, indem man kohlensäurehaltiges Wasser auf den Granit einwirken ließ, aus welchem die dortigen Quellen hervorkommen, während man doch in jenem Granite alle sämmtlichen Bestandtheile der genannten Wasser nachweisen konnte und vermuthen mußte, daß das in den Boden eindringende Regenwasser, welches, wie jedes Regenwasser, Kohlensäure enthält, jene Bestandtheile im Boden aus dem Granite auflöse. Die wichtigen Bestandtheile sind in dem Granite mit Kieselsäure ($\ddot{Si}$) verbunden, und in diesem Zustande unlöslich für das Wasser, während sie in den Karlsbader Quellen mit Kohlensäure verbunden sind. Die Kohlensäure ist aber unter einfachem Atmosphärendrucke nicht im Stande, der Kieselsäure jene Bestandtheile zu entziehen. In der Tiefe des Bodens wirkt dieselbe freilich unter einer mächtigen Pressung, welche den Druck der Atmosphäre mehrfach übertrifft, auf das Gestein, und als man den Versuch, den Granit mit kohlensäurehaltigem Wasser auszulaugen, in der Weise wiederholte, daß man zugleich eine künstliche Pressung anwandte, welche den Druck der Atmosphäre dreifach überstieg, so gelang derselbe vollkommen; die kieselsauren Alkalien und Erden des Granites wurden in kohlensaure umgewandelt und erschienen als solche im Wasser gelöst. Da nun fast jede Quelle mehr oder weniger reich ist an kohlensauren Erden und Alkalien, und da sehr viele solche Quellen aus einem Boden hervortreten, welcher nicht kohlensaure, sondern kieselsaure Alkalien und Erden enthält, so geht daraus hervor, daß ähnliche Zersetzungen in der Tiefe des Bodens sehr allgemein stattfinden, daß somit in den älteren und tieferen Bodenschichten, welche einer solchen Auslaugung schon viel länger unterworfen waren, als andere, die Kieselsäure immer mehr ihrer Alkalien und Erden beraubt sein muß, während in den neueren und oberen Bodenschichten das Gegentheil der Fall ist, ja hier sogar immerfort neue Verbindungen der Kieselsäure mit Alkalien und Erden entstehen.

Die Massen, aus welchen die Schichten des Bodens bestehen, nennt man Gebirgsarten oder Bergarten. Dieselben sind sämmtlich, mit Ausnahme derjenigen, welche das Produkt der Vulkane sind und nur eine verhältnißmäßig sehr beschränkte Ausdehnung zu haben pflegen, einst auf dem Grunde der Gewässer, theils als vorherrschend chemische Abscheidungen aufgelöster Substanzen, welche bei der Verdunstung des Wassers oder der darin enthaltenen und die Auflösung bedingenden Kohlensäure in den rigiden Zustand übergingen, theils als vorherrschend mechanische Anhäufung von Geschieben, Geröllen, Sandkörnern und Schlammtheilchen entstanden. Nie vielleicht ist eine Gebirgsart ausschließlich auf die eine oder andere Weise entstanden. Alle Bodenschichten, welche wir auf dem Festlande antreffen, sind bereits in einem mehr oder weniger veränderten Zustande. Theils waren dieselben, so lange sie unter Wasser lagen, noch in einem höheren Grade mit Wasser durchdrungen, welches bei seiner theilweisen Verdunstung die Substanzen, welche in demselben aufgelöst waren, zurückließ; theils erlitten dieselben, durch die fortwährend zunehmende Mächtigkeit der Ablagerungen, welche schichtenweise sich über ihnen absetzten, schon vor ihrer Emporhebung zum Festlande eine Umänderung. Viele derselben waren einst in eine sehr große Tiefe hinabgesenkt und dort unter

der Ueberlagerung der zahlreichen und mächtigen jüngeren Schichten einer ungeheuren Pressung ausgesetzt. In jeder Lage müssen sich die Elementarstoffe, welche in einer jeden Schicht enthalten sind, in der Weise verbinden, welche der auf sie einwirkenden Pressung und dem Temperaturzustande entspricht. Die Verbindungen aber, welche unter solchen Bedingungen sich bilden, müssen nothwendig nach einer vorgegangenen Veränderung der Lage der betreffenden Schicht und somit unter veränderten Bedingungen, nicht mehr die Nothwendigkeit der Existenz in sich tragen, sondern vielmehr ihrer chemischen und mechanischen Zersetzung entgegengehen. Ebenso müssen diejenigen Substanzen, welche in den Gebirgsarten in einer gehobenen Lage, bei geringerer Pressung und bei den dieser entsprechenden Temperaturgraden sich bildeten, die Bedingungen ihrer Existenz einbüßen und somit der Veränderung und Zerstörung entgegengehen und ihre Mischungsbestandtheile neuen Affinitätsäußerungen darbieten, wenn die Bodenschicht, in welcher sie liegen, unter die Tiefe des Meeres hinabgesenkt und dort im Laufe der Jahrtausende mit immer mächtigeren Ablagerungen bedeckt wurde. In Folge dessen sehen wir einestheils die in den Gebirgsarten enthaltenen Mineralien ihre Mischung fortwährend verändern, andererseits nehmen wir vielfache Beweise an ihnen wahr, welche uns von früher mit diesen Mineralmassen unter Bedingungen, welche wir nicht kennen, vorgegangenen Veränderungen Kunde geben, oder uns solche wenigstens ahnen lassen; eine Erscheinung, welche so allgemein ist, daß man aus diesem Grunde bei der genaueren chemischen Untersuchung der Mineralien bei weitem in den meisten Fällen nicht mehr qualitativ und besonders quantitativ genau dasjenige Mischungsverhältniß der Elementarstoffe findet, welches man als die eigentliche Substanz der Xllform ansehen darf, in welcher sich das Mineral darstellt. In sehr vielen Fällen hält es außerordentlich schwer, die vollkommen unveränderte Substanz nur in der geringen, zu einer genauen Untersuchung erforderlichen Menge zu erhalten. Nur die reinsten, mit vollkommen glänzenden Flächen versehenen Xlle geben wenigstens die Hoffnung, die ursprüngliche Substanz in ihnen anzutreffen. Bei nicht wenigen Mineralien aber findet man die Mischung so vielfach abgeändert, daß fast jede Untersuchung ein anderes abweichendes Resultat ergibt und nie ein solches, welches die gefundenen Elementarstoffe in derartigen Verhältnissen nachwiese, daß man einen bestimmten Schluß auf die Verbindungsweise derselben machen und eine chemische Formel für ihre Substanz aufstellen könnte. Unter den in der Xllologie angeführten Mineralien sind mannigfache Beweise dieses Mangels. — Man hat, nach vielen Erfahrungen, Ursache, anzunehmen, daß bei den meisten Mineralien die Umänderung schon sehr weit vorgeschritten sein muß, bevor das äußere Aussehen und das physikalische Verhalten des Minerals dieselbe verräth. Eine Umfärbung, hervorgerufen durch eine Oxydation oder auch im Gegentheile durch einen Sauerstoffverlust gewisser Mischungsbestandtheile, welche in ihren verschiedenen Oxydationsstufen verschiedenartig gefärbt sind, eine geringere oder bedeutendere Verminderung der Pellucidität sind die ersten Anzeichen, welche unsere Aufmerksamkeit auf die geschehene Veränderung hinlenken. Eine Verminderung des Härtegrades, eine abweichende Art des Bruches, verringerte Dichtigkeit, dieses sind entschiedenere Beweise. Endlich sieht man deutliche Spuren veränderten Gefüges und erkennt oft schon mit bloßen Augen xllinische Neubildungen in der alten, längst ihrer Selbstständigkeit beraubten Masse. Die sichersten Dokumente vor-

gegangener Umwandlungen sind diejenigen Körper, welche man Truggestalten, Afterxlle oder Pseudomorphosen nennt, nämlich Mineralkörper, die in Xllformen erscheinen, welche sie ihrer Substanz nach nicht selber erzeugt haben können. Der Zustand der Substanz, welche in der fremden Xllform gefunden wird, läßt meistens bei genauerer Untersuchung mit Leichtigkeit erkennen, daß man es nicht etwa mit einem Dimorphismus zu thun habe. Kleinkörnige oder faserige oder erdig zerreibliche, mitunter selbst amorphe Masse zeigt sich nur äußerlich von den fremden Xllflächen umgrenzt. Die Spaltbarkeit, welche einem wirklichen Xlle eigenthümlich sein würde, mangelt oder stimmt wenigstens nicht mit der vorliegenden Xllform überein, indem ihre Richtungen mit dieser nicht combinationsfähig sind. Eine jede Pseudomorphose sagt uns, daß früher diejenige Substanz vorhanden war, welcher die Xllform angehört, während gegenwärtig und offenbar in Folge geschehener Umwandlung diejenige Substanz vorhanden ist, welche die chemische Untersuchung der Pseudomorphose erweist. Den Gang der geschehenen Veränderung nachzuweisen und die Bedingungen aufzufinden, unter deren Einfluß dieselben geschehen sind, dieses ist die, bis jetzt freilich noch sehr mißliche, Aufgabe der geologischen Forschung. Mitunter ist die Mischung der Substanz der Pseudomorphosen mehr oder weniger ähnlich derjenigen Substanz, auf welche die Xllform hindeutet, wie z. B. bei der Pseudomorphose von Brauneisenstein (= Eisenoxydhydrat: $\ddot{F}e^2\,\dot{H}^3$) nach Eisenspath (= kohlensaurem Eisenoxydul: $\dot{Fe}\,\ddot{C}$), und man wird in solchen Fällen durch die Vergleichung der Mischungen beider Substanzen zu Vermuthungen über den Gang der geschehenen Umwandlung geführt. Allein nicht allemal findet ein solcher Zusammenhang statt, wodurch dann die Benutzung solcher Vorkommnisse zur Enträthselung der Bildungsschichte einer Gebirgsart außerordentlich erschwert werden muß. Was den Pseudomorphosen übrigens in dieser Hinsicht eine so unvergleichliche Wichtigkeit gibt, das ist der Umstand, daß die Umänderung der einwirkenden Bedingungen, von welcher die Pseudomorphose Kunde zu geben vermag, auch bei den übrigen Mineralmassen der Bodenschicht, in welcher die Pseudomorphose angetroffen wird, vermuthet werden darf, und daß somit auch diese in Betreff ihrer Entstehung auf etwaige analoge Veränderungen, durch welche sie aus anderen Mineralien entstanden sein könnten, geprüft werden müssen. Mitunter liegen solche Uebereinstimmungen auf der Hand. Wenn wir in einer Bodenschicht, aus Brauneisenstein bestehend, diese Substanz hie und da in der leicht erkennbaren Xllform des Eisenspathes antreffen, so läßt uns diese Pseudomorphose von Eisenoxydhydrat nach kohlensaurem Eisenoxydul nicht allein für die einzelnen deutlichen Xllformen, sondern für die ganze, aus Brauneisenstein bestehende Bodenschicht vermuthen, daß dieselbe aus Eisenspath entstanden sei, ganz wie wir noch täglich den Eisenspath unter unsern Augen unter Aufnahme von Sauerstoff und Wasser seine Kohlensäure verlieren und somit in Brauneisenstein übergehen sehen. Finden wir aber eine Bodenschicht aus Eisenglanz (= xllinischem Eisenoxyde: $\ddot{F}e$) oder aus Rotheisenstein (amorphem Eisenoxyde) bestehend, und in dieser Pseudomorphosen von Eisenoxyd nach Eisenspath, während wir doch durch die Erfahrungen der Chemie wissen, daß Eisenspath nicht unmittelbar in Eisenoxyd übergehen kann, finden wir ferner in anderen Fällen Pseudomorphosen von Eisenoxyd nach Brauneisenstein, und sehen wir unter unsern Augen nicht selten Brauneisenstein durch einfachen Verlust seines

Wassergehaltes (an der Oberfläche der Erde nur unter dem Einflusse der Glühhitze) in Eisenoxyd übergehen, so liegt es nahe, zu vermuthen, daß auch die Pseudomorphose von Eisenoxyd nach Eisenspath nicht unvermittelt geschehen, sondern vielmehr durch die Umwandlung des Eisenspathes in Brauneisenstein vermittelt worden sei. Erstere Umwandlung, die des Eisenspathes in Brauneisenstein, sehen wir theils unter der Einwirkung der Atmosphäre, theils unter der Einwirkung des die Bodenschichten durchdringenden Wassers vor sich gehen. Die Umwandlung des Brauneisensteins in Eisenoxyd scheint dagegen in der Tiefe und unter der Pressung mächtiger Ueberlagerungsmassen vorgegangen zu sein. In ersteren Verhältnissen, den Einwirkungen der Atmosphärilien ausgesetzt, bilden sich Mischungen, welche an Sauerstoff und an anderen elektronegativen Elementarstoffen reicher sind, während in letzteren Verhältnissen die Mischungen jene elektronegativen Bestandtheile zu verlieren scheinen. Denn stets sehen wir in denjenigen Gebirgsarten, von denen es durch ihre jetzige Lagerungsweise sehr wahrscheinlich oder gewiß ist, daß sie sich einst in solchen Verhältnissen befunden haben, die elektropositiveren Elementarstoffe und Mischungen, welche an elektronegativeren Elementarstoffen arm sind, vorherrschen, wenn gleich sich stets zahlreiche Spuren einer in ihrer jetzigen erhobeneren Lage sogleich wieder eingetretenen und noch immer zunehmenden Umänderung der Mischungen durch Hinzutritt von Sauerstoff und anderen elektronegativeren Elementarstoffen entdecken lassen. Die Pseudomorphosen kann man von diesem Gesichtspunkte aus, je nachdem die pseudomorphe Substanz in elektropositiverer oder in elektronegativerer Richtung von derjenigen Substanz abweicht, welcher die Xllform angehört, in zwei Abtheilungen bringen, deren erstere man Katogenieen nennt, während letztere Anogenieen heißen. *

Eine andere Art von Pseudomorphosen, ebenfalls sehr interessant, bilden die Petrefakte (Versteinerungen), welche nicht mehr aus derjenigen Substanz bestehen, aus welcher dieselben ohne Zweifel einst bestanden haben: Muschel- und Schneckenschalen, welche nicht mehr aus organischer Substanz mit kohlensaurem Kalke innig gemengt, sondern bloß aus Kalkspath oder selbst aus ganz anderen Mineralsubstanzen bestehen. Auch hier liegt die geschehene Umwandlung klar vor Augen, und dergleichen Versteinerungen haben um so größeres Interesse, als dieselbe Substanz, welche in der organischen Form gefunden wird, nicht selten auch anderweitig einen Bestandtheil der Gebirgsart bildet, in welcher sie vorkommen.

Nicht bloß die in äußerlich ausgebildeten Xllformen erscheinenden Mineralien erleiden eine vielfache Umwandlung in den Gebirgsarten, sondern auch die regellos zusammengehäuften Fragmente. Vergleicht man Schichten von irgend welchem Materiale, welche sich neuerdings im Meere abgesetzt haben, mit analogen Schichten der jüngeren Tertiärformationen, der älteren Tertiärformation, der jüngeren Sekundärformationen und der älteren Sekundärformationen, so findet man zwar zwischen den betreffenden Schichten je zweier dem Alter nach sich zunächst stehender Formationen eine große Aehnlichkeit und nur geringe, kaum durch eine Beschreibung

* Diese Benennungen sind deßhalb gewählt, weil man in der Physik denjenigen Pol des elektrischen Zersetzungsapparates, an welchem sich die elektronegativen Elementarstoffe sammeln (den Zinkpol), die Anode, den entgegengesetzten (Kupferpol) die Katode genannt hat. Uebrigens bedeutet Katogenie so viel als in der Tieflage erzeugte, Anogenie in der Oberflächenlage erzeugte Substanz.

auszudrückende Unterschiede, so daß man nicht zweifeln kann, es seien diese Schichten alle von gleichartiger Entstehung. Allein vergleicht man, ohne Zwischenstellung derjenigen von mittlerem Alter die jüngsten mit den ältesten, so ergibt sich die auffallendste Verschiedenheit. Während in den jüngsten bloß mechanisch zusammengehäufte Theilchen des Materiales so sehr vorherrschen, daß man die wenigen chemisch abgeschiedenen zwischen denselben ganz übersieht, nehmen mit höherem Alter mehr und mehr die letzteren zu und nehmen in den älteren Schichten so sehr überhand, daß man fast versucht wäre, die ganze Gebirgsart für eine xllinische Abscheidung aus einer gemeinsamen Auflösung oder aus einem Schmelzflusse zu halten. In der That suchten diejenigen Geologen, welche man Neptunisten nennt, ehedem die Entstehung solcher Gebirgsarten auf erstere Weise zu erklären, während die sogenannten Vulkanisten oder Plutonisten annahmen, alle solche Gebirgsarten seien einst als Laven aus (erdichteten) Vulkanen geflossen oder gar, es sei einst die ganze Erde ein „gigantischer Lavatropfen" gewesen — Fabeln, welche nur wegen ihrer gerade aus der Mährchenhaftigkeit hervorgegangenen Verbreitung im unwissenschaftlichen Publikum einer Erwähnung verdienen. So wenig der ungeheuren Masse des Erdballes gegenüber die durchaus nicht absolute Rigidität der Substanzen, aus welchen derselbe besteht, ein Hinderniß abgeben könnte, um dessentwillen man zur Erklärung der rotationssphäroidischen Form desselben einen früheren Flüssigkeitszustand der ganzen Erdmasse annehmen müßte, eben so wenig liegt in der Rigidität der Substanzen ein Hinderniß, daß ihre Massentheilchen sich in jedem Lagerungsverhältnisse den Pressungs- und Temperaturgraden der Schicht, in welcher sie sich befinden, entsprechend gruppiren und verbinden. Die Lage der Xllaxen einer xllisirenden Substanz ist allemal dem Temperaturgrade entsprechend, bei welchem die Xllisation vor sich ging. Bei Veränderung dieser Temperatur treten, wo nicht chemische Veränderungen durch Umänderung der Affinitäten vorgehen, doch andere Xllaxen auf, und unter Aufhebung der früheren Kohäsionsrichtungen stellen sich neue Richtungen ein. So findet man das Steinsalz in den Bodenschichten nicht mehr, wie es aus dem Wasser sich absetzt, als Anhäufung kleinkörniger Xllindividuen, welche obendrein stets eine geringe Menge von Wasser enthalten, sondern in völlig wasserfreien, sehr großkörnigen, in großen Partieen ununterbrochen xllinisch spaltbaren Massen. Ebenso unterscheiden sich die neuerlich aus dem Wasser abgesetzten und meistens an organischen Ueberresten reichen Sedimente, welche vorherrschend aus kohlensaurem Kalke bestehen, von dem deutlich xllinischkörnigen Marmor. Chemische Prozesse, Scheidungen und Verbindungen, theilweise Auflösungen und wieder erfolgte Abscheidungen befördern dergleichen Umgruppirungen in hohem Grade. Man erkennt dieses an den kleinkörnigen Eisxllmassen, welche als Schnee in den Hochgebirgen sich anhäufen, allmählig in den tieferen Lagen unter fortwährender theilweiser Schmelzung durch die Sonnenwärme und neuer Xllisation (Gefrierung) der abwärts sickernden Tröpfchen erst in unregelmäßig körnigen Firn und endlich in das in großen Massen zusammenxllisirte Gletschereis übergehen.

Den Beweis, daß nur die veränderten Verhältnisse der Lagerungsweise, welchen die Bodenschichten im Laufe der Zeiten unterworfen gewesen sind, als Ursache des jetzigen Abweichens der älteren Formationen von der Beschaffenheit der jüngeren betrachtet werden müssen, dürfte ziemlich evident der Umstand liefern, daß in ein-

zelnen Gegenden, wo ältere Formationen allem Anscheine nach solchen Veränderungen nicht unterworfen waren, die Schichten, welche diesen älteren Formationen angehören, sich noch heute in einem Zustande befinden, welcher die Verwechslung jener Schichten mit solchen der jüngsten Formationen so lange möglich machte, bis daß man durch die darin vorkommenden fossilen Ueberreste über das wahre Alter jener Schichten belehrt wurde.

Je nach dem Vorherrschen der einen oder anderen Mineralsubstanz benennt man die Gebirgsarten, indem man zugleich auf den mit ihrer Bildung in nächster Beziehung stehenden Zustand und die Vereinigungsweise der Gemengtheile Rücksicht nimmt. Die Substanzen, welche am gewöhnlichsten als vorherrschende Gemengtheile in Gebirgsarten angetroffen werden, sind Quarz, Feldspath, Glimmer, Augit (Pyroxen), Hornblende (Amphibol), Kalkspath, Braunspath, Gyps, Anhydrit. Folgende Gemenge sind die wichtigsten, welche vorkommen und ihrer Häufigkeit und Verbreitung wegen mit besonderen Namen belegt sind.

I. Vulkanische Gebirgsarten.

Die durch Vulkane ausgeworfenen Massen heißen im Allgemeinen, wenn sie geschmolzen flüssig waren, Laven, brockenförmige Massen Rapilli, staubartig feine vulkanische Aschen. Diese sämmtlichen „Eruptivmassen" können aus den verschiedensten Mineralsubstanzen bestehen. Da sie in geglühtem Zustande ausgeworfen werden, so haben sie eine ganz besondere Neigung, unter dem Einflusse des Wassers theilweise Auflösung und in Folge dessen mannigfache chemische Umänderung und Neubildung ihrer Substanzen zu erleiden. Wenige vulkanische Gebirgsarten haben durch allgemeineres Vorkommen in der Umgebung thätiger oder erloschener Vulkane eine hervorragende Wichtigkeit.

Leucomelan. Viele Laven der jetzt aktiven Vulkane bestehen aus einem Gemenge von Augit- und Leucitxllen; mitunter ist das Gemenge so innig, daß man die xllinischen Körnchen beider Gemengtheile nicht deutlich erkennen kann.

Trachyt. Feldspathgestein, welches als Lava aus Vulkanen erumpirt ist und dessen Feldspathxlle daher wie geglüht, glasig rissig aussehen. Sind größere Feldspathxlle von einer dichten undeutlichen Grundmasse umschlossen, so heißt das Gestein Trachytporphyr. Besonders häufig als Produkt erloschener Vulkane in Verbindung mit Schichten der Tertiärformation. Jedoch sind auch manche Laven der jetzt noch thätigen Vulkane Trachyte.

Obsidian ist amorphe Feldspathmasse, aus welcher manche Lavaströme bestehen. Ist der Obsidian durch Wasserdämpfe schwammig schlackig gebläht, so heißt derselbe Bimstein.

Phonolith. Durch Aufnahme von Wasser in die Feldspathsubstanz seiner Grundmasse verwandelt sich der Trachyt in Phonolith oder Klingstein, dessen Grundmasse ein inniges Gemenge von Natrolith oder einer ähnlichen Substanz (Zeolith) mit mehr oder weniger glasigem Feldspath ist. Häufig sind größere Feldspathxlle darin: Phonolithporphyr. —

Basalt. Ein mehr oder weniger inniges Gemenge von Augit und Labradorit nebst Natrolith oder einer ähnlichen Substanz (Zeolith), aus welchem nicht nur

die Felsmassen einer großen Menge erloschener Vulkane bestehen, sondern auch an den gegenwärtig thätigen Vulkanen finden sich einzelne basaltische Lavaströme. Der Basalt, so wie er jetzt ist, dürfte freilich schwerlich schlechthin als Lava zu betrachten sein; vielmehr ist es sehr wahrscheinlich, daß derselbe spätere Umwandlungen erlitt, ähnlich denjenigen, welche aus den Trachyten die Phonolithe bildeten. Die blasig schwammig durch entweichende Wasserdämpfe aufgetriebenen Basaltlaven zeigen die Spuren der Umwandlungsprozesse besonders deutlich, indem die Blasenräume derselben sich mit den mannigfaltigsten hineinfiltrirten Mineralsubstanzen, oft in den schönsten Xllisationen, ausgefüllt haben: Basaltmandelsteine. Ein durch sein häufiges Vorkommen im Basalte für diese Gebirgsart charakteristisches Mineral ist der Chrysolith (Olivin).

Dolerit. Eine dem Basalt in jeder Beziehung zunächst verwandte Gebirgsart, aus vorherrschendem Augit mit Feldspath- oder Labradoritsubstanz und außerdem meistens mit mehr oder weniger Eisenspath innig gemengt.

---

2. Rein sedimentäre (sowie sie jetzt sind unter dem Einflusse des Wassers abgelagerte) **Gebirgsarten.**

Ablagerungen von lockeren eckigen, größeren oder kleineren Fragmenten irgend welcher Gesteine nennt man Schutte und Gruse. Dieselben können, außer der größten Verschiedenheit des Kalibers der einzelnen Fragmente, besonders durch das Material, woraus sie bestehen, zahllose Abänderungen zeigen. Man benennt sie nach dem vorwaltenden Materiale. Besonders häufig sind: Granitgrus, Syenitgrus, Porphyrgrus, Mergelgrus, Travertingrus, Kalksteingrus, Schlackengrus und Bimsteingrus. Alle diese Gebirgsarten sind am Fuße und in den Thälern der Gebirge vorzugsweise häufig (Schuttmoränen der Gletscher) und entstehen noch fortwährend die meisten durch die Verwitterung (Seite 20). Der Schlacken- und Bimsteingrus ist vulkanischen Ursprungs und in der Nähe der Vulkane, z. B. im südlichen Italien und auf Sicilien, sehr verbreitet (Seite 48). Oft ist derselbe durch die Meereswellen ausgebreitet und geschichtet. — Quaternäre und pliocen-tertiäre Formation. — Uebergang in Breccien.

Ablagerungen von lockeren abgerundeten Stücken irgend welcher Gesteine nennt man Schotter und Grande. Verschiedenheiten nach Kaliber und Material wie bei den Schutten und Grusen. Die Schotter und Grande sind mehr oder weniger weit durch das Wasser transportirt, und die Stücke — Geschiebe — dabei ihrer Ecken beraubt. — Quaternäre und tertiäre Formationen. — Uebergang in Conglomerate.

Ablagerungen verschieden feiner eckiger oder abgerundeter Körner der verschiedensten Mineralien nennt man gröbere oder feinere Sande. Besonders bemerkenswerth sind Quarzsand, vorherrschend aus Quarzkörnern bestehend, welcher bald „eisenschüssig" (durch Eisenoxydhydrat gelb oder durch Eisenoxydulsilikat grün gefärbt), bald lehmig, bald eisenkörnig (Eisenerzkörner enthaltend), platinkörnig, goldkörnig, granat-, demant-, zirkonkörnig („Edelsand"), glimmerig, augitisch u. s. w. sein kann;

Kalksand, Muschelsand und Korallensand aus abgerundeten Bruchstückchen von Muschel- und Schneckenschalen und Gehäusen anderer Meerthiere bestehend;

Dolomitsand; Lavensand. Die Sande sind feiner zertrümmerte und zerriebene Gruse und Grande. — Quaternäre, tertiäre und jüngste sekundäre Formationen. — Uebergang in Sandsteine.

Ablagerungen von staubartig feinen, meist unerkennbaren, mit Wasser einen knetbaren Teig bildenden Theilchen verschiedener Mineralien nennt man bei vorwaltenden Sandkörnchen Lehme, bei vorwaltenden zerriebenen und zersetzten Feldspath- und Glimmertheilchen Thone, bei stark beigemengtem kohlensauren Kalke Mergel. Die Zwischenstufen werden durch Zusammensetzung dieser Benennungen bezeichnet. Die Lehme, Thone und Mergel sind meistens als Schlamm von den Gewässern abgesetzt. Kohlenwasserstoffverbindungen, sogenannte Bitume, wie Erdöl, Erdtheer, Erdpech (Asphalt), von der Fäulniß thierischer und pflanzlicher Substanzen herrührend, färben diese Ablagerungen meistens mehr oder weniger grau oder schwarz. Der Kaolin oder Porzellanthon, welcher nur aus kieselsaurer Thonerde besteht und welcher mehr oder weniger die feinste Grundmasse aller Thone zu bilden scheint, entsteht unmittelbar durch Zersetzung der Feldspathe, wie dieses nicht wenige Lager von Porzellanthon auf Gebirgsarten, welche aus Feldspathen bestehen, durch die in ihnen vorkommenden Pseudomorphosen von Kaolin nach Feldspath beweisen. — Quaternäre, tertiäre, jüngste sekundäre Formationen. In den tertiären und älteren derartigen Ablagerungen erkennt man bereits mancherlei verschiedene Mineralsubstanzen, welche sich durch Vereinigung gleichartiger Theilchen xllinisch ausgeschieden haben, besonders Strahlkies (Fig. 1108), Schwerspath, Cölestin, Gyps, Schwefel, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, Vivianit, Quarz, Glimmer, Chlorit, Talk. — Uebergang in Lehmstein, Thonstein, Mergelstein.

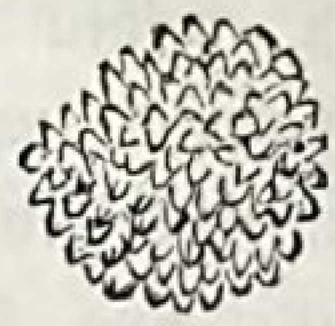


Fig. 1108. Eine sogenannte Niere von Strahlkies aus tertiärem Thone.

Ablagerungen, in welchen theils unerkennbar feine xllinische, sogenannte erdige, theils von abgestorbenen Thieren herrührende und noch die Form von Organen derselben bewahrende Kalkspathsubstanz (kohlensaurer Kalk) vorherrscht, und welche meistens gleich von vorn herein eine ziemliche Härte zu besitzen pflegen, auf dem Bruche aber erdig erscheinen, heißen erdige Kalkgesteine. Dieselben sind theils mit Thon gemengt, theils braunspathhaltig, theils eisenspathhaltig, häufig auch erfüllt mit mikroskopischen Kieselzellen von Algen (Seite 600), welche aus amorpher (opalartiger) Kieselerde bestehen. Durch geringere oder größere Menge von faulenden organischen Substanzen und Bitumen findet man sie sehr häufig bituminös oder stinkend. Dieselben haben sich mehr oder weniger durch Schlamm verunreinigt, auf dem Grunde von Gewässern abgesetzt. Je mehr chemisch aus dem Wasser abgeschiedene Kalkspathsubstanz vorwaltet, um so dichter und fester erscheint die Masse. Man unterscheidet Tuffkalk oder Travertin, welcher oft sehr voll unregelmäßiger Höhlungen und Löcher, theils von Hohlräumen, welche von verwesten Pflanzen herrühren, durchzogen ist. Sprudelkalk, von Quellen abgesetzt und meistens sehr dicht und im Bruche splitterig. Zu diesen gehört auch der Erbsenstein, welcher sich dadurch bildet, daß der in warmen Quellen sich abscheidende kohlensaure Kalk Sandkörnchen oder kleine Luftblasen umhüllt und dann durch krustenweisen Ansatz sich verdickt, bis die kleinen Kugeln durch ihre Schwere zur Ruhe gelangen und durch den zwischen ihnen sich absetzenden Kalk zusammengekittet werden. Der Conchylienkalk besteht großentheils

aus Muscheln und Schnecken, der **Korallenkalk** aus zusammengehäuften Bruchstücken von Korallen, mitunter theilweise aus ganzen **Korallenriffen** (Seite 553). Der **Kreidekalk** ist großentheils aus mikroskopischen Gehäusen von **Foraminiferen** (Seite 556) mit vielen **Kieselalgenzellen**, der poröse und daher Wasser einsaugende **Saugkalk** fast vorwaltend aus letzteren gebildet. Man benennt die verschiedenen erdigen Kalkgesteine übrigens auch nach den Vermuthungen oder Beweisen, welche man über die Art der Gewässer haben darf, unter deren Mitwirkung sie vorzugsweise gebildet sind, als Sumpfkalk, Quellenkalk, Süßwasserkalk, Meereskalk. — Quaternäre, tertiäre und jüngste sekundäre Formationen. — Uebergänge in **dichten Kalkstein**.

Kalkgesteine, in welchen kohlensaure Talkerde (Bittererde, Magnesia) in erheblicher Menge vorhanden ist, heißen **Bitterkalksteine**; solche, in welchen kohlensaures Eisenoxydul oder **Manganoxydul** einen wesentlichen Gemengtheil bildet, **Eisenkalksteine** und **Mangankalksteine** (Braunkalk, Eisenbraunkalk).

---

3. Halbmetamorphische Gebirgsarten (d. h. Gebirgsarten von vorherrschend sedimentärem Charakter, in denen jedoch bereits manche zuverlässige Spuren geschehener chemischer Umwandlungen und Neubildungen bemerkbar sind).

Ablagerung von Schutten und Grusen, deren Material nicht bloß locker zusammengehäuft, sondern durch irgend ein Bindemittel zu einer festen Masse verbunden ist, heißen **Breccien**, Breschen oder Trümmergesteine. Dieselben sind dem Hauptmateriale nach eben so mannigfaltig, wie die Schutte und Gruse. Außerdem aber unterscheiden sie sich noch nach dem Bindemittel, durch welches die Fragmente verkittet sind. Dieses ist bald vorwaltend kohlensaure Kalkerde, Kalkspath oder Bitterkalk (Braunspath), oder Eisenspath oder Eisenkalk, Braunkalk, Eisenbraunkalk, bald vorzugsweise Kieselerde (Quarz, mitunter Opal), bald ein mehr oder minder kalk- oder kieselerdehaltiger Thon. Von Wichtigkeit ist der Unterschied, welcher darin beruht, daß bald das Bindemittel in die Zwischenräume der Fragmente des Schuttes oder Gruses hineinfiltrirt ist, in welchem Falle dasselbe mit dem Materiale der Fragmente in gar keiner Verwandtschaft und Beziehung steht, bald dagegen ein Zersetzungs- und Abscheidungsprodukt des Materiales eines mehr oder minder großen Theiles der Fragmente selbst, als Bindemittel auftritt. Klüfte und größere Hohlräume der Breccien sind nicht selten mit denselben Substanzen, welche das Bindemittel bilden, ausgefüllt und pflegen dann hier auf Adern oder Gängen und in Drusen, besonders wo die Ausfüllung keine vollständige ist, ihre Xllformen zu zeigen. In den jüngsten Formationen finden sich die scharfeckigsten Breccien, während in den älteren die Fragmente meistens unbestimmter in das Bindemittel gleichsam verflossen sind und wie in dieselben eingeschmolzen aussehen. Während in den jüngsten Formationen mitunter ausschließlich infiltrirtes Bindemittel vorhanden ist, zeigt sich in den älteren mehr und mehr aus den Fragmenten selbst ausgeschiedenes Bindemittel jenem beigesellt, und eine Menge von Mineralsubstanzen ist durch die chemische Vereinigung von infiltrirten Bestandtheilen des Bindemittels mit anderen, aus dem Materiale der Fragmente ausgeschiedenen in den Zwischenräumen der Fragmente neugebildet und auf Gängen und Drusen ausxllisirt. — Uebergang in völlig **xllinische Gesteine**.

Ablagerungen von Schottern und Granden, deren Geschiebe durch irgend ein Bindemittel verkittet sind, heißen **Conglomerate**. Dieselben sind so mannigfaltig, als die Breccien, und noch weit häufiger und verbreiteter als letztere. Dieselben Verhältnisse, welche bei jenen erwähnt wurden, zwischen dem Bindemittel und den Geschieben, finden auch hier statt. Einige der wichtigeren Varietäten verdienen besonderer Erwähnung.

Bimsteinconglomerat, oft **Bimsteinbreccie**. Theils abgerundete, theils eckige Bimsteinstücke, verbunden durch Lehm oder „**Lös**" (rheinländischer Provincialismus). Der Bimstein ist amorphe Feldspathsubstanz (Obsidian), welche als geschmolzene Lava aus Vulkanen hervorgebrochen und ins Wasser geflossen, durch die Wasserdämpfe aufgebläht und schwammig porös erstarrt ist. In den Rheinlanden ist Bimsteinconglomerat, auch wohl Bimsteintuff genannt, sehr häufig und wird als Baustein benutzt.

Leucomelanconglomerat (Laventuff, Peperin u. s. w.). Stücke von Leucomelanlava, aus Leucit und Augit bestehend und viele Xlle dieser beiden Substanzen enthaltend, sind durch eine feinere thonartige Masse verkittet. Erstere sind als **Rapilli** von Vulkanen ausgeworfen, das Bindemittel als staubartige sogenannte **Asche**. Beide sind unter dem Einflusse des Wassers geschichtet und zusammengeschwemmt. Nicht allein Bruchstücke vieler anderer Gebirgsarten pflegen in diesem Conglomerate mit vorzukommen, sondern es zeigt sich in demselben auch eine ziemliche Anzahl von Mineralsubstanzen, welche erst nachträglich in dem Bindemittel als chemische Neubildungen entstanden sind. In der Nähe mehrerer der wichtigsten noch jetzt thätigen Vulkane.

Basaltconglomerat (Basalttuff). Stücke von Basalt, aus Augit und Labradorit bestehend, durch Basaltsand und völlig feinzerriebene, thonige Basaltmasse verkittet. Vorzugsweise in Verbindung mit den tertiären Formationen in der Umgebung ehemaliger, theilweise auch in der Nähe noch jetzt thätiger Vulkane.

Trachytconglomerat (Trachyttuff). Stücke von Trachyt, vorzugsweise aus Orthoklasfeldspath bestehend, durch thonige Massen zerriebenen Trachytes verbunden. In der Nähe thätiger und erloschener Vulkane (Traß oder Terraß der Rheinlande), vorzugsweise in Verbindung mit den tertiären Formationen.

Phonolithconglomerat (Phonolithtuff). Stücke von Phonolith (Klingstein), aus Orthoklasfeldspath und Natrolith bestehend. Wie die vorigen.

Kalkconglomerat, oft Muschelconglomerat (Conchylienbreccie) und Korallenconglomerat oder Knochenconglomerat (Knochenbreccie). Letzteres nur in den neuesten Formationen, erstere dagegen sehr häufig auch in den sekundären und hie und da selbst noch in den primären Formationen. Das Bindemittel kann sehr verschiedener Art sein.

Kieselconglomerat. Stücke von Quarz und andern unreineren vorwaltend aus Kieselerde bestehenden Massen durch kieseliges Bindemittel (Quarz, thonigen Quarz, Opal, Chalcedon u. s. w.) verbunden. Hieher gehören auch die sogenannten **Puddingsteine**. In allen normalen Formationen, vorzugsweise in den älteren, besonders ausgezeichnet in der Kupferschieferformation, wo Kieselconglomerate das sogenannte **rothe** und **graue Todtliegende** (d. h. die an Metallerzen armen oder gänzlich leeren Schichten unter dem innig mit Kupferkies und Kupferglanz gemengten Kupferschiefer) bilden. Gewisse Kieselconglomerate, welche besonders

*

ausgezeichnet in der mittleren Tertiärformation der Schweiz vorkommen, heißen **Nagelfluh** (d. i. Nagelfels), weil einzelne größere Blöcke an den Felswänden dieser übrigens außerordentlich mannigfaltigen Gebirgsart aus der Ferne wie die Köpfe in eine Wand geschlagener Nägel aussehen. — Uebergänge in **Quarzfels** u. s. w.

Grauwacke. Geschiebe und Bruchstücke der mannigfachsten Mineralien und Gebirgsarten durch ein verhärtetes, fast vorherrschend kieseliges, thonartiges Bindemittel verkittet. Die Fragmente sind nicht selten in die Masse des Bindemittels gleichsam verflößt, nicht durch scharfe Grenzen von einander geschieden. Viele neue Mineralsubstanzen haben sich in der Masse gebildet. Drusen und Gänge sind mit mannigfaltigen Mineralsubstanzen, besonders häufig und massenhaft mit Quarz, ausgefüllt. Uebergänge in völlig xllinische Mineralgemenge. Die Grauwacken kommen vorzugsweise in den primären Formationen vor; daß dieselben als metamorphosirte Schotter- und Grandablagerungen zu betrachten seien, dafür möchte besonders deutlich der Umstand sprechen, daß völlig gleichalterige Schichten in einem Theile Rußlands noch jetzt in einem solchen Zustande sind, daß man dieselben, bevor man durch die in ihnen vorkommenden Petrefakte belehrt war, für neutertiäre Ablagerungen halten konnte.

Ablagerungen von gröberen und feineren Sanden, deren Sandkörner durch irgend ein Bindemittel verbunden sind, heißen **Sandsteine.** Dieselben sind einestheils je nach der Natur des so verfesteten Sandes, anderntheils nach der Art des Bindemittels äußerst mannigfaltig verschieden. Besonders nach dem Bindemittel unterscheidet man kieselige (quarzige, chalcedonige u. s. w.), thonige, mergelige, kalkige Sandsteine. Die tertiären Sandsteine haben meistens durchaus das Ansehen vorherrschend mechanischer Sedimente. Einerseits durch die große Menge der ursprünglichen Gemengtheile, andererseits die Mannigfaltigkeit der Substanzen, welche durch die Gewässer aus einer Schicht des Bodens in die andere infiltrirt werden, ist die Bildung der verschiedensten Mineralsubstanzen in Sandsteinen möglich, und schon die Sandsteine der Triasformation, noch mehr aber diejenigen der älteren sekundären und der primären Formationen sind reich an solchen, welche allem Anscheine nach nicht als Bruchstücke ursprünglich dem Sandsteine beigemengt gewesen, sondern neu in demselben entstanden sind. Die älteren Sandsteine nehmen hiedurch allmählig einen ganz abweichenden Charakter an, indem sie, außer der Schichtung, oft kaum noch Spuren ihrer sedimentären Entstehung verrathen. Sandstein aus Quarzkörnern mit kieseligem Bindemittel geht völlig in **Quarzfels** über; man findet derartige Quarzfelsmassen vereinzelt schon in den tertiären Ablagerungen (Quarzfritten); in älteren Formationen treten dieselben in großer Ausdehnung auf.

Ablagerungen von Lehm, Thon und Mergel, welche entweder durch Erhärtung und Xllisation des beigemengten kohlensauren Kalkes, oder durch Kieselerde, sei dieselbe infiltrirt, oder durch Zersetzung der staubartig feinen Mineraltheilchen chemisch abgeschieden, oder durch andere neugebildete, oft durchaus nicht näher bestimmbare Mineralsubstanzen die Eigenschaft, mit Wasser einen knetbaren Teig zu bilden, eingebüßt haben, verdienen im Allgemeinen die Benennung **Lehmstein** (gewöhnlich „sandiger Thonstein"), **Thonstein, Mergelstein.** Dieselben bilden entweder Massen, in welchen nur vereinzelte Schichtungsabsonderungen bemerkbar sind, oder sie sind sehr vielfach und in dünnen Lagen abgesondert — **schiefrig** — und heißen dann **sandiger Schieferthon, gemeiner Schieferthon, Schiefermergel.** Ist die

Bildung irgend eines Bindemittels in diesen Gesteinen so weit vorgeschritten, daß man die ganze Masse für eine einige Substanz halten möchte, so pflegt man diese Gesteine Thonschiefer zu nennen. Die Schieferung tritt bei denselben sehr ausgezeichnet hervor, ist aber durchaus nicht immer als Resultat der ursprünglichen sedimentären Entstehung dieser Ablagerungen zu betrachten, sondern schneidet sehr häufig in dicken Schichten („Bänken") die Schichtungsebenen in einem schiefen Winkel (Fig. 1109). Bei starkem Gehalte an Bitumen oder kohliger Substanz sind alle diese Gesteine grau, braun oder schwarz; sonst oft durch Eisenoxyd roth, durch Eisenoxydul grünlich, durch Eisenoxydhydrat braungelb. Eine Menge verschiedener Mineralien finden sich theils in der Masse selbst ausgesondert, theils auf Drusen und Klüften oder auf den Schieferungsflächen. Kalkspath; Braunspath; Eisenspath; Doppeltschwefeleisen selten als Strahlkies, meistens als Eisenkies; Quarz; Schwefel; Schwerspath; Cölestin; Chlorit; Talk; Glimmer u. s. w. Im Thonschiefer — von welchem der nützliche Dach- oder Tafelschiefer eine eben so ausgezeichnete als bekannte Varietät ist — finden sich Chiastolith und Staurolith, sowie Magnetkies häufig. Eine große Mannigfaltigkeit verschiedener Mineralien, besonders auch von den wichtigsten sogenannten Erzen, d. h. Schwefel-, Antimon- und Arsenikverbindungen nützlicher Metalle, hat sich theils in kleinen Parthien, putzen- oder nesterweise, oder auf Gängen ausgesondert. Ist die Thonschiefermasse reich an Kieselerdesubstanz (Quarz), und von dieser ganz durchdrungen, so nennt man sie Kieselschiefer, dessen schwarze Varietäten als Probirstein (lapis Lydius) angewandt werden. — Die Thonsteine und Mergelsteine, Schieferthone und Schiefermergel bilden einen großen Theil der Schichten der Sekundärformationen; in den Primärformationen sind die Thonschiefer häufiger. — Uebergänge in xllinische Schiefergesteine (Glimmerschiefer, Chlorit- und Talkschiefer, Gneus u. s. w.)

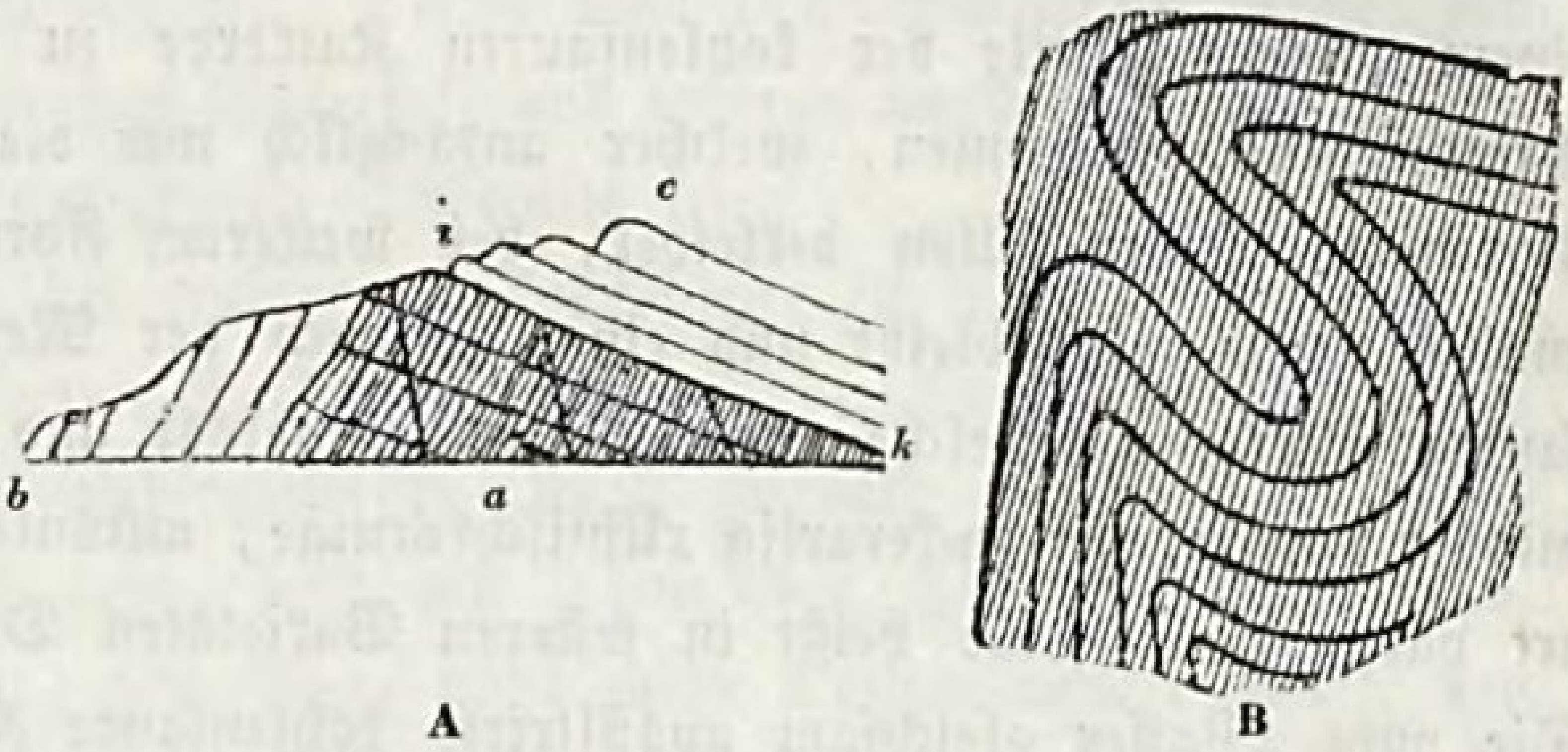


Fig. 1109. A Beispiele eines Thonschieferlagers *a*, welches von anderen Schichten, *b* und *c*, in gehobener Lage bedeckt wird. Der Thonschiefer scheint in der Richtung *ik* geschichtet zu sein; aber einerseits werden die Schichten von der Schieferung fast rechtwinklig geschnitten, andererseits ziehen sich Klüfte in schiefem Winkel durch Schichtungs- und Schieferungsebenen in solcher Regelmäßigkeit, daß es schwer ist, die eigentliche Schichtung mit Sicherheit zu erkennen.
B Thonschieferschichten in stark verbogener Lage, welche völlig gleichmäßig und von der Schichtung gänzlich unabhängig von der Schieferung durchsetzt werden.

Ablagerungen von unerkennbar feinen Theilchen von Kalkspathsubstanz, oft vorherrschend aus mehr oder minder deutlichen Fragmenten oder Ueberresten von thierischen Hautaussonderungen (Panzern, Gehäusen, Schalen) bestehend, welche im Ganzen dicht, im Bruche splitterig und ohne bemerkbares xllinisch körniges Gefüge erscheinen, nennt man dichte Kalkgesteine. Ihre Verschiedenheit nach Ursprung und Reinheit oder Unreinheit ihrer Substanz ist analog derjenigen der erdigen Kalkgesteine. Bemerkenswerth sind besonders die sogenannten Rogensteine oder Oolithen, welche aus abgerundeten, oft deutlich ihren Ursprung aus dem Thierreiche verrathenden Kalkstückchen bestehen und zwischen Kalksteinbreccie und ganz gleichartigem dichtem Kalkstein in allen möglichen Kalibern des Kornes vorkommen. — Sekundäre Formationen; die Rogensteine in einem Theile Europa's besonders

ausgezeichnet in der danach benannten Oolithformation, jedoch auch in jüngeren sowohl, als in älteren. — Uebergänge in Marmor.

Talkerdehaltige Kalksteine werden durch die in den Boden eindringenden Gewässer eines Theils ihrer kohlensauren Kalkerde beraubt. Sie werden dadurch porös; zugleich aber tritt in einem bestimmten Verhältnisse die kohlensaure Talkerde mit einem andern Theile der kohlensauren Kalkerde zu einer Doppelverbindung, dem Braunspathe, zusammen, welcher anfänglich nur die Wandungen der entstandenen Poren mit feinen Xllen bekleidet, bei weiterem Fortschritte der Umwandlung aber endlich allein zurückbleibt und eine, je nach der Menge der überschüssigen kohlensauren Kalkerde, welche vom Wasser aufgelöst und weggeführt wurde, mehr oder minder poröse, oft zuckerartig xllinischkörnige, mitunter ganz lockere sandige Gebirgsart darstellt. Dieselbe heißt in festeren Varietäten Dolomit, in lockereren Asche. Die vom Wasser gleichsam ausfiltrirte kohlensaure Kalkerde setzt sich an der Luft, sei es auf Klüften und in Höhlen, unterirdisch als Sinter und Tropfstein (Fig. 1110), sei es am Fuße der Berge in Quellbecken und Sümpfen als erdiger Kalkstein (Tuffkalk oder Travertin) wieder ab. — Dolomit und Asche treten als theilweise Umwandlungen talkerdehaltiger Kalkgesteine, besonders in Gebirgen und in Lagen, welche der Einwirkung des atmosphärischen Wassers in hohem Grade ausgesetzt sind, in allen Formationen auf, vorzüglich häufig in den sekundären. Da die Kalkgesteine an Kieselerde, Thon und anderen Beimengungen stets mehr oder minder reich sind, so ist damit das Material zur Bildung mannigfaltiger Mineralsubstanzen gegeben, welche, zumal in den älteren Formationen, in den Dolomiten ausgesondert erscheinen. — Uebrigens ist die Bildung der Dolomite wahrscheinlich keineswegs immer auf die obige Weise zu erklären. Wenn Wasser, welches schwefelsaure Talkerde (Bittersalz) aufgelöst enthält — wie z. B. das Meerwasser — unter einer Pressung, welche den Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche unserer Erde um das Fünfzehnfache übertrifft, und unter einer entsprechenden Temperatur auf Kalkstein (kohlensaure Kalkerde) einwirkt, so geht eine Wechselverbindung vor sich, indem dadurch, daß die Schwefelsäure eine entsprechende Menge der Kalkerde sich aneignet, schwefelsaure Kalkerde (Gyps) gebildet wird und dagegen die abgeschiedene Talkerde sich der zurückgebliebenen Kohlensäure hingibt, und mit dieser und dem übrigen Theile der kohlensauren Kalkerde nunmehr Braunspath bildet.

a



Fig. 1110. Kalktropfsteine oder Stalaktiten in einer Höhle. Die am Boden durch das niedertropfende Wasser abgesetzten und den Stalaktiten aufwärts entgegen wachsenden Sintermassen nennt man Stalagmiten.

$$\dot{Mg}\,\dddot{S} \text{ tritt zu } \left\{\begin{matrix}\dot{Ca}\,\ddot{C} \\ \dot{Ca}\,\ddot{C}\end{matrix}\right\} \text{ und das Resultat ist die Bildung von } \dot{C}\,\dddot{S} \text{ und } \left\{\begin{matrix}\dot{Ca}\,\ddot{C} \\ \dot{Mg}\,\ddot{C}\end{matrix}\right\}$$

So entsteht gleichfalls Dolomit, und es scheint, als ob in der Tiefe des Erdbodens eine solche „Dolomisation" ebenfalls vorkomme. Ein Beispiel für die Entschiedenheit der Umkehrung der Verwandtschaftsverhältnisse bei verschiedenen Temperaturen liefert der Umstand, daß bei den auf der Oberfläche der Erde unter dem einfachen Atmosphärendrucke herrschenden Temperaturgraden gerade die umgekehrte Wechselverbindung erfolgt. Unter solchen Verhältnissen nämlich wird, wenn ein Wasser, welches schwefelsaure Kalkerde (Gyps) aufgelöst enthält, auf Braunspath (Dolomit) einwirkt, die Talkerde des letzteren von der Schwefelsäure ergriffen, als Bittersalz

vom Wasser leicht entführt und im Gesteine durch die befreite Kalkerde ersetzt, so daß der Braunspath (Dolomit) sich in Kalkspath (Kalkstein) verwandelt:

$$\dot{Ca}\ \dddot{S} \text{ tritt zu } \left\{\begin{matrix}\dot{Ca}\\ \dot{Mg}\end{matrix}\right\}\ddot{C} \text{ und es bildet sich } \dot{Mg}\ \dddot{S} \text{ und } \left\{\begin{matrix}\dot{Ca}\\ \dot{Ca}\end{matrix}\right\}\ddot{C}.$$

Die auffallend häufige örtliche Verbindung gewisser zellig poröser und mehr oder weniger „dolomitischer" Kalkgesteine, welche man Rauchwacken nennt, mit Gypsmassen und die Efflorescenzen von Bittersalz aus ersteren machen es sehr wahrscheinlich, daß diese derartig umgewandelte Dolomite seien.

Sehr häufig, selbst schon bei erdigen Kalkgesteinen, ist die Umwandlung in Gyps, welche sich bald bei reineren Kalkgesteinen, bald bei den Kalktheilchen der Mergel und anderer kalkhaltiger Gebirgsmassen zeigt. Hienach erscheint der Gyps bald in größeren Massen ziemlich rein, bald mit Thon oder Schieferthon u. s. w. verunreinigt, bald auf eine innige, dem Auge nicht mehr wahrnehmbare Weise den Thon- oder Mergelgesteinen beigemengt. Die Umwandlung der kohlensauren Kalkerde in schwefelsaure ist in manchen Fällen einer Oxydation von Eisenkies oder Strahlkies zuzuschreiben, welcher in den kalkhaltigen Schichten selbst oder in benachbarten Schichten enthalten war. Das Doppeltschwefeleisen verwandelt sich unter dem Einflusse des den Boden durchdringenden Wassers in Schwefelsäure und schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol), und dieses letztere geht, während die freie Schwefelsäure unmittelbar die kohlensaure Kalkerde, unter Austreibung der Kohlensäure in Gasform, in schwefelsaure Kalkerde (Gyps) umwandelt, entweder auf der Stelle, oder nachdem es durch Wasser mehr oder weniger mit fortgeführt worden, eine Wechselverbindung mit der kohlensauren Kalkerde ein. Es bildet sich schwefelsaure Kalkerde (Gyps) und kohlensaures Eisenoxydul (Eisenspath). Letzteres verwandelt sich unter dem Einflusse des Wassers meistens weiter in Eisenoxydhydrat (Brauneisenstein), und dieses unter dem Einflusse höherer Temperatur in der Tiefe des Erdbodens durch Austreibung des Wassers in Eisenoxyd, dessen rothe Färbung in Thon- und Mergellagern so oft die Nähe von Gypsmassen andeutet. Die gewaltsame Entweichung der Kohlensäure, welche aus dem Kalke durch die Schwefelsäure ausgetrieben wird, hat sehr häufig in Emporhebungen des Bodens und völliger Zerrüttung und Verstürzung der Bodenschichten eine leicht bemerkbare Spur zurückgelassen. In andern Fällen scheint nach dem oben bei der Rauchwacke dargestellten Prozesse die Bildung des Gypses einer Wechselzersetzung von Bittersalz und kohlensaurer Kalkerde zugeschrieben werden zu müssen. Auch ist die Umwandlung kohlensauren Kalkes durch Dünste von Schwefelwasserstoff und von schwefeliger Säure, welche in vulkanischen Gegenden dem Boden entsteigen und welche in Berührung mit dem Kalke sich durch Aufnahme von Sauerstoff in Schwefelsäure verwandeln, beobachtet worden.

Der Gyps selbst erleidet wieder eine katogene Umwandlung in Anhydrit, indem er sein Wasser verliert, was unter dem Einflusse höherer Temperatur in der Tiefe des Erdbodens vorzugehen scheint. An der Oberfläche dagegen nimmt der Anhydrit Wasser auf und geht somit wieder in Gyps über.

Beiderlei Gebirgsarten, Gyps und Anhydrit, besonders aber der letztere, sind von großer Wichtigkeit durch die innigen Beziehungen, in welchen sie mit dem Vorkommen von Steinsalzlagern und von Soolquellen, welche übrigens solchen ihre

Entstehung verdanken (tales sunt aquæ quales terræ per quas effluunt. Plin.) in der auffallendsten Weise stehen. Die Steinsalzlager, mögen sie in größeren Massen aus reinem Steinsalze bestehen oder mögen sie in den ungünstigsten Fällen nur den Namen innig durchsalzener Thonlager verdienen, sind stets von Gyps- und Anhydritmassen umgeben und wechsellagern meistens mit Schichten dieser Gesteine. Wo Gypsmassen ohne Spuren von Steinsalz gefunden werden, da ist in manchen Fällen sehr wahrscheinlich die Umwandlung des Anhydrits in Gyps derselben Ursache zuzuschreiben, wie das Fehlen des (früher vorhanden gewesenen) Steinsalzes, nämlich der lange fortgesetzten Einwirkung des Wassers. Da Gyps und Bittersalz, kohlensaurer Kalk und Kochsalz im Meerwasser stets neben einander vorhanden sind, so ist im Allgemeinen das Zusammenvorkommen von Salz und Gyps nichts weniger, als auffallend; allein die specielleren Verhältnisse erlauben doch keineswegs die Annahme einer unmittelbaren Ablagerung aller dieser Massen aus dem Wasser. Leider sind mannigfaltige Umwandlungsprozesse, welche nach dem Absatze derselben in ihnen stattgefunden haben müssen, noch sehr wenig aufgeklärt.

In den Gyps- und Anhydritlagern finden sich einestheils vielfache Beweise geschehener Umwandlungen, welche in der Ausbildung größerer Xllindividuen innerhalb der erdigen oder äußerst feinkörnig xllinischen Masse und in der Ausscheidung mancher Mineralsubstanzen bestehen. Anderntheils erleiden diese Gesteine durch das Wasser eine verhältnißmäßig sehr starke Auflösung. In Folge dessen sind Gypsgebirge stets sehr verwittert, ausgenagt von Höhlen und Schlotten durchzogen und geben hiedurch Anlaß zu manchen auffallenden Erscheinungen, Erdfällen, versinkenden Bächen u. s. w. Es ist aus demselben Grunde begreiflich, weßhalb in älteren Formationen die Gyps- und Anhydritmassen nebst den Steinsalzlagern immer seltener gefunden werden, als in jüngeren, so daß diejenigen Länder, deren Boden ausschließlich aus Schichten der ältesten Formationen besteht, dieser Gebirgsarten nahezu gänzlich entbehren.

Ein ähnliches Verhältniß findet bei den Kalkgebirgsmassen und Dolomiten statt, welche ebenfalls, wegen der Auflöslichkeit der kohlensauren Kalkerde und auch der kohlensauren Talkerde in kohlensäurehaltigem Wasser rascher der Zerstörung entgegengehen, als andere Gebirgsarten, so daß in den älteren Formationen natürlich nur verhältnißmäßig geringere Ueberreste der Kalkablagerungen vorhanden sein können.

---

4. Metamorphische Gebirgsarten (in welchen durch die vorgegangenen chemischen Umwandlungen und Neubildungen der sedimentäre Charakter zurücktritt und mitunter völlig verschwindet).

Gneus und Granit. Gebirgsarten, welche wesentlich aus Feldspath, Quarz und Glimmer, Chlorit oder Talk, bald zum Vorherrschen der einen, bald zum Verschwinden der andern dieser Substanzen bestehen. Zeigen sich Spuren von Schichtung und liegen in der Masse die Glimmerblättchen in einer Hauptrichtung, so nennt man die Gebirgsart Gneus; ist dagegen von Schichtung nichts bemerkbar und liegen die Glimmerblättchen unregelmäßig nach allen Richtungen, so nennt man das Gestein Granit. Ist viel Hornblende beigemengt, so bekommt die Gebirgsart den Namen Syenit. Außerdem kommen viele andere Mineralien in verschiedener Häufigkeit vor,

z. B. Turmalin, Granat, Smaragd, Beryll, Flußspath, Schwerspath, Magnetkies, Magneteisenstein, Molybdänglanz, Eisenglanz, Wolframit, Zinnstein u. s. w. Manche von diesen nehmen hie und da so sehr zu, daß sie wesentliche und selbst vorwaltende Gemengtheile werden. — Man hat dem Granite, seltener auch dem Gneuße, längere Zeit allgemein einen analogen Ursprung zugeschrieben, wie den Laven der Vulkane.

Von dieser Vorstellung muß man völlig zurückkommen. Im Granite sind stets die Glimmer= (Chlorit= und Talk=)xlle besonders ausgebildet; nächst ihnen die Feldspathxlle, welche zwar häufig von den Glimmerblättchen durchschnitten erscheinen, übrigens aber meistens die xllinisch körnige Hauptmasse darstellen; der Quarz dagegen füllt gleichsam die von jenen beiden gelassenen Räume aus und zeigt höchst selten — fast nur in Gängen und Drusen — ausgebildete Xllflächen. Denkt man sich Granit geschmolzen, wie Lava, so müßte beim Erkalten der Quarz, welcher bei keinem uns bekannten Hitzegrade schmelzbar ist, zuerst erstarren und würde dabei in der Schmelzmasse seine Xlle frei ausbilden; der weit minder schwer schmelzbare Feldspath müßte, bei weiterem Erkalten, dem Quarz folgen und die Xlle desselben umgeben, und der in einigen Varietäten schon in der Kerzenflamme schmelzbare Glimmer müßte zuletzt die übrigen Räume ausfüllen. Somit kann der Granit in dieser Weise nicht entstanden sein, vielmehr muß man denselben gegenwärtig für ein umgewandeltes Sedimentgestein halten. — Grundgebirge und älteste Primärformation. — Die Verwitterung des Granites wird vorzüglich durch theilweise Auflösung des Feldspathes befördert. Gänzlich zerfallend, bietet er das Material zur Bildung von Thonschlamm und Sand. —

Quarzfels. Xllinische Kieselerde in deutlich erkennbaren Körnern durch ein Bindemittel derselben Substanz innig verkittet (körniger Quarzfels), oft noch dem Quarzsandsteine sehr nahe stehend, mitunter fast schieferig, oder eine einige Quarzmasse, welche wie aus einem Guße entstanden aussteht (dichter Quarzfels). In Drusen und Gängen Quarzxlle (Bergxll). In jüngeren Formationen, besonders den sekundären, ist der Quarzfels oft thonig oder mergelig (Thonquarz), oder kalkig (Kieselkalk); in älteren, besonders den Grundgebirgsmassen, erscheinen in dem reineren Quarzgesteine mancherlei Mineralien ausgesondert, besonders Glimmer, Talk, Chlorit, Feldspath. — Der Quarzfels widersteht der Verwitterung mit großer Ausdauer und bildet daher oft auffallende Hervorragungen, Grathe oder Felshörner; die Zerstörung, welche er erleidet, ist vorzugsweise eine mechanische.

Hornfels. Ein inniges Gemenge von sehr vorwaltender Quarzsubstanz mit Feldspathsubstanz, welche letztere meistens nur undeutlich erkennbar ist. Mitunter sind Feldspathxlle in geringerer oder größerer Menge ausgesondert (Hornsteinporphyr), dabei der Quarz ebenfalls reiner; das Gestein ist dann dem Granite ähnlich. Glimmer, Turmalin (Schörl), Hornblende (Amphibol), Diallag (Pyroxen) und andere Mineralien erscheinen häufig ausxllisirt in der Grundmasse. — Primäre Formationen und Grundgebirge. — Bei der Verwitterung erleidet der Hornfels durch theilweise Auflösung des Feldspathes eine chemische, und, in Folge dieser aufgelockert, auch eine starke mechanische Zerstörung.

Feldspathfels. Gestein aus vorwaltendem Feldspath bestehend, welcher bald innig mit Quarz gemengt ist (Granulit, Weißstein), bald fast ganz rein auf

dem Bruche erdig „verhärtetem" Thone ähnelt (Thonstein), bald in einer dichten undeutlich xllinischkörnigen Grundmasse mehr oder weniger vollkommene Fedlspathxlle bemerken läßt (Feldspathporphyr). Mitunter ist Quarz eingemengt oder aus der Grundmasse ausgesondert; auch Glimmer, Hornblende, Granat, Disthen, Eisenglanz, Eisenkies u. s. w. treten häufig im Gesteine auf. — Aelteste Sekundärformation, Primärformationen, Grundgebirge. — Bei der Verwitterung verwandelt sich der Feldspath in Kaolin (Porzellanthon), und sehr vieler Thonschlamm nimmt seinen Ursprung auf diese Weise. —

Trapp nennt man eine Menge verschiedenartiger Gebirgsarten, deren manche einem stark eisen- und manganoxydhaltigen Thonsteine vergleichbar sind, während andere vom Melaphyr nicht geschieden werden können. Wenn deutlichere Mineralsubstanzen in der Masse hervortreten, so sind es Augit und Labradorit; außerdem finden sich darin Epidot, Chlorit, Eisenkies, Magneteisenstein u. s. w. In den meisten Gegenden Europas sind die Trappe als metamorphische eisenschüssige Thon- und Mergellager des Rothliegenden der Kupferschieferformation und der Steinkohlenformation zu betrachten. Vielleicht, daß in den Alpen, wo im Allgemeinen die Umwandlung der Sedimente bereits stärker vorgeschritten ist, die Trappe nebst den sie begleitenden und zu ihnen gehörenden Melaphyren auch jüngeren Formationen angehören. In manchen Trappgesteinen hat sich eine außerordentliche Menge von Mineralien ausgeschieden und besonders an solchen Stellen angesammelt, wo durch Auflösung irgend einer Substanz Drusenräume entstanden waren. Der Trappmandelstein ist eine solche, an ausgefüllten Drusen reiche Gebirgsart. Die Drusen enthalten theils amorphe und xllinische Kieselerde in reineren und unreineren Varietäten (erstere als Opal, Halbopal, letztere als Quarz, Bergxll, Amethyst, Eisenkiesel, beide in innigem Gemenge als Chalcedon u. s. w. — derartige Drusen mit verschiedenen Kieselerdemineralien heißen Achat- oder Amethystdrusen); theils Zeolith, Stilbit, Kalkspath, Schwerspath, Eisenspath, Eisenglanz, Manganerze u. s. w.

Melaphyr oder „schwarzer Porphyr" ist ein dem Dolerit oft sehr ähnliches, mehr oder weniger inniges Gemenge von Augit mit Feldspath- oder Labradoritsubstanz. Chlorit, Epidot, Granat, Eisenglanz (Eisenglimmer) erscheinen mitunter dem Gesteine beigemengt. In den sogenannten „plutonistischen" Hypothesen spielt der Melaphyr eine große Rolle, indem derselbe als ein vulkanisches Produkt, und seine vermuthete Eruption als Ursache und Begleiterin der gewaltigsten Ereignisse angesehen wird. Seine innige Verbindung mit den Trappen macht es dagegen höchst wahrscheinlich, daß derselbe als ein metamorphisches Sedimentgestein der älteren Sekundärformationen zu betrachten sei, auf deren Bereich sein Vorkommen stets beschränkt ist.

Hornblendefels. Hornblende, theils gemeine schwarze, theils in sehr verschiedenen Varietäten (besonders als Anthophyllit, Strahlstein, Tremolit, Grammatit u. s. w.) bildet für sich mitunter beträchtliche Gebirgsmassen im Grundgebirge. Ist das Gestein in einer Hauptrichtung spaltbar, so nennt man dasselbe Hornblendschiefer. Die Spaltbarkeit ist nicht als eine Folge der schichtenweisen Ablagerung, sondern vielmehr als Ergebniß einer Gleichförmigkeit in der Lage der Hornblendxlle und somit der ausgezeichnetsten Spaltbarkeitsrichtungen derselben zu betrachten. Quarz, Kalkspath, Glimmer, Chlorit, Talk, Granate und besonders häufig Eisen-

kies und Magneteisenstein sind den Hornblendfelsmassen sehr gewöhnlich beigemengt oder in denselben ausgesondert.

Grünsteine nennt man im Allgemeinen Gebirgsarten, welche aus vorherrschender Feldspathsubstanz mit innig beigemengtem Pyroxen (selten gemeinem Augit, häufig Malakolith, vorzüglich aber Hypersthen) oder Amphibol (selten gemeiner Hornblende, häufiger Strahlstein, auch wohl Bronzit u. s. w.) bestehen. Die Pyroxengrünsteine sind frei von Eisenkies, während die Amphibolgrünsteine stets solchen enthalten. Ist der Feldspath, gewöhnlich als Klinoklas, in deutlichen Xllen in der Grundmasse ausgesondert, so heißt das Gestein Grünporphyr. Sind die Gemengtheile sämmtlich deutlich erkennbar, so heißt das Gestein Euphotid oder Gabbro. — Primäre Formationen, besonders Uebergangsformation, für welche die Grünsteine charakteristisch sind, und Grundgebirge.

Glimmerfels. Zweiaxiger Glimmer, ausgezeichnet basisch spaltbar, bildet mitunter fast rein für sich beträchtliche Felsmassen. Meistens ist ihm Chlorit und Talk beigemengt. Außerdem sind Xlle von Quarz, Feldspath, Staurolith, Disthen, Hornblende, Turmalin, Granaten, Eisenkies, Kupferkies, Magneteisenstein u. s. w. theils im Gesteine selbst, theils auf Gängen und in Drusen ausgesondert, oder undeutlich und innig mit dem Glimmer gemengt. —

Chloritfels dem Glimmerfels sehr ähnlich, nur mit vorherrschendem Chlorit;

Talkfels ebenso mit vorherrschendem Talk. Alle diese Gebirgsarten sind wegen der ausgezeichnet blätterigen Beschaffenheit des Hauptbestandtheils in einer Richtung leicht spaltbar, schieferig, oft wirklich Thonschiefern so ähnlich, daß keine Grenze zwischen beiderlei Gebirgsarten zu ziehen ist. Daher Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer. — Aelteste Primärformation, vorzugsweise aber Grundgebirge. In den Alpen scheinen Schichten der jüngeren Sekundärformationen sich zum Theil schon in derartige xllinische Schiefergesteine verwandelt zu haben. — Durch Verwitterung eines Theiles seiner Bestandtheile beraubt, zerfällt der Glimmer in eine Thonmasse, welcher immer noch mehr oder weniger erkennbare Ueberbleibsel von Glimmerblättchen beigemengt sind. —

Serpentin oder Ophit ist eine bald körnige, bald völlig dichte Gebirgsart, welche vorwaltend aus wasserhaltigem Talkerdesilikat ($2\,\dot{M}g^3\,\dddot{S}i^2 + \dot{H}$) besteht. Es scheint die Hauptmasse gänzlich amorph zu sein; hie und da ist das Gestein xllinisch und es bekommt dann den Namen Schillerspath, dessen Substanz und Xllisation aber noch nicht genügend bekannt ist. Im Serpentin sind häufig Granaten (Pyropen), mehrere dem Serpentin und Schillerspath in der Substanz sehr nahe verwandte Mineralien: Pikrolith, Talk, Chlorit, sodann faserige Hornblende, der sogenannte Asbest oder Bergflachs, andere Hornblendevarietäten, wie Bronzit, Pyroxenvarietäten, wie Diallage, dann Glimmer, Eisenkies, Magnetkies, Magneteisenstein, Chromeisenstein, Arsenikkies u. s. w. — Uebergangsformation und Grundgebirge. —

Marmor. Die Gebirgsmassen, welche aus vorwaltender Kalkspathsubstanz bestehen, besitzen in den ältesten Formationen keine Spuren mehr von ihrer Bildung unter dem Einflusse organischer Wesen, und kaum noch Spuren ihrer sedimentären Entstehung. Schon in der Uebergangsformation findet man die Kalkgebirgsmassen mehr und mehr deutlich xllinisch körnig, oft zuckerähnlich, selbst da, wo unter dem Einflusse der Verwitterung an den entblößten Felswänden noch deutlich die Umrisse

von Conchylienschalen, Korallenstöcken u. s. w. bemerkbar werden. Zugleich verschwinden mehr und mehr die in allen jüngeren Kalkablagerungen noch sehr deutlich durch die Farbe oder den Geruch (Stinkkalke) wahrnehmbaren Einmengungen gefaulter organischer Substanzen. Die Kalkspathsubstanz vereinigt sich zu immer größeren und endlich auf jeder Bruchfläche deutlich durch spiegelnde Spaltungsflächen hervortretenden Xllindividuen. Solcher deutlich xllinisch körniger Kalkstein heißt Marmor. Man findet denselben vorzugsweise in den Grundgebirgsmassen, hie und da begleitet von ausgezeichnet xllinisch körnigem Dolomit und Gyps. —

Die letztere Abtheilung von Gebirgsarten ist die reichste Fundgrube für die reinsten und deutlichsten Mineralsubstanzen, welche großentheils schon als Bestandtheile der Gebirgsart selbst vollkommen xllisirt sind, besonders aber die Spalten und Klüfte mit den mannigfaltigsten xllinischen Ausscheidungen, sehr häufig in den ausgezeichnetsten Xllisationen erfüllen, und da unter diesen durch Xllisation reiner ausgeschiedenen Mineralsubstanzen vorzüglich auch diejenigen Erze sich befinden, welche allein zur Darstellung der nützlichen und kostbaren Metalle benutzt werden können, so sind diese Gänge mehr als andere der Gegenstand bergmännischer Arbeiten. Das fast ganz aus völlig metamorphischen Gesteinen bestehende Uebergangsgebirge und das ganz ausschließlich aus solchen zusammengesetzte Grundgebirge werden wegen der Häufigkeit „edler" (d. h. metallführender) Gänge in der Bergmannssprache vorzugsweise als G a n g g e b i r g e bezeichnet. Wo diese als Gebirge aus der Tiefe des Erdbodens hervortreten, da, wo die Vegetation des Pflanzenreiches armselig einförmig wird, wo kaum noch die Nähe des nährenden Ackerbaues dem Menschen den Aufenthalt möglich macht, da senken sich die Schachte in den Schoß der Berge und fördern die Stoffe, auf deren tausendfältiger Benutzung Ackerbau, Industrie und Handel, und die Bildung und Blüthe der Menschheit beruht.

Die Erde ist immer jung; die Stirnen ihrer Berge liefern dem lösenden und nagenden „Elemente" das Material, aus welchem es neue Schichten häuft. Was die Schutt- und Schlammschichten am Grunde der Gewässer heute sind, das waren einst die Gneuße und Granite des Grundgebirges, durch deren Verwitterung jene entstehen. Es ist ein ewiger Kreislauf in der u n o r g a n i s c h e n N a t u r, eine stete Neubildung unter steter Zerstörung, stets in derselben Form und Weise. Im P f l a n z e n r e i c h e und im T h i e r r e i c h e sahen wir ein stetes Fortschreiten vom Geringeren und Einfacheren zum Höheren und Vollkommeneren — alle Abstufungen sahen wir sich folgen, während die Formationen des Erdbodens entstanden, von den A l g e n bis zu den A n g i o s p e r m e n, welche allen vollkommneren Thieren und auch dem Menschen die Nahrung bieten, von den S t r a h l t h i e r e n bis zur Krone der Schöpfung, dem M e n s c h e n selbst. Ob seit der Erschaffung des Menschen die Reihe der irdischen Wesen geschlossen und die Mannigfaltigkeit möglicher Formen des Lebenden erschöpft sei? — die Antwort fehlt. Aber es ist ein schöner und erhebender Gedanke, daß durch die Organisation des Menschen die Entwicklungsfähigkeit des Geistes von ihren Schranken befreit und in der M e n s c h h e i t selbst ein neues Reich der Schöpfungen angebrochen sei, das Reich des stets sich vervollkommnenden G e i s t e s, dessen Entwicklung hinführe zum unbekannten U r q u e l l a l l e r D i n g e.

Register.

Die Zahlen bedeuten die Seiten. (Band I erstreckt sich bis Seite 563.)

80

Volger, Georg Heinrich Otto,

Handbuch der Naturgeschichte zur Einführung in das zusammenhangende Verstä ndniß der Anthropologie, Zoologie, Botanik, Mineralogie, Anatomie, Physiologie, Entwicklungsgeschichte, Paläontologie und Geologie ; ein Lehr- und Lesebuch für Schule und Haus

Stuttgart 1855